

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа энергетики
Отделение Электроэнергетики и электротехники
Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Профиль «Электропривод и автоматика»

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

| Тема работы |
|--|
| ПОСТРОЕНИЕ АДАПТИВНОГО АЛГОРИТМА ЭКСТРЕМАЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ МОЩНОСТИ В СИСТЕМЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ |

УДК 621.3.016.2-55:621.472

Студент

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|-------------------------|---------|------|
| 5Г4А | Орлянский Илья Павлович | | |

Руководитель

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|------------------|---------------------------|---------|------|
| Профессор | Михальченко С.Г. | Д.Т.Н | | |

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|----------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент | Калмыкова Е.Ю. | К.Э.Н | | |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|------------|---------------------------|---------|------|
| Профессор | Панин В.Ф. | Д.Т.Н., профессор | | |

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Отделение электроэнергетики и электротехники | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---|----------------|---------------------------|---------|------|
| Руководитель ОЭЭ ИШЭ | Дементьев Ю.Н. | Ph.D., Доцент | | |

Томск – 2018 г.

**Запланированные результаты обучения
профессиональные и общекультурные компетенции
по основной образовательной программе подготовки бакалавров
13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»,
«Электропривод и автоматика»**

| Код результата | Результат обучения | Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон |
|-------------------------|--|--|
| <i>Профессиональные</i> | | |
| Р 1 | Применять базовые и специальные естественнонаучные, математические, социально-экономические и профессиональные знания в комплексной инженерной деятельности при разработке, производстве, исследовании, эксплуатации, обслуживании и ремонте современной высокоэффективной электронной техники. | Требования ФГОС (ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-4, ОПК-2, ОПК-3), <i>CDIO Syllabus</i> (1.1), Критерий 5 АИОР (п. 1.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> |
| Р 2 | Ставить и решать задачи комплексного инженерного анализа и синтеза с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей. | Требования ФГОС (ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3), <i>CDIO Syllabus</i> (2.1), Критерий 5 АИОР (п. 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> |
| Р 3 | Выбирать и использовать на основе базовых и специальных знаний необходимое оборудование, инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и иных ограничений. | Требования ФГОС (ОК-3, ПК-3, ПК-4, ПК-9), <i>CDIO Syllabus</i> (4.4), Критерий 5 АИОР (п. 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> |
| Р 4 | Выполнять комплексные инженерные проекты по разработке высокоэффективной электронной техники различного назначения с применением базовых и специальных знаний, современных методов проектирования для достижения оптимальных результатов, соответствующих техническому заданию с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений. | Требования ФГОС (ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2, ПК-5, ПК-12, ПК-14, ПК-15), <i>CDIO Syllabus</i> (2.2), Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> |
| Р 5 | Проводить комплексные инженерные исследования, включая поиск необходимой информации, эксперимент, анализ и интерпретацию данных с применением базовых и специальных знаний и современных методов для достижения требуемых результатов. | Требования ФГОС (ОПК-2, ПК-11, ПК-13, ПК-18), <i>CDIO Syllabus</i> (4.5), Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> |
| Р 6 | Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современное высокотехнологичное | Требования ФГОС (ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-9, |

| Код результата | Результат обучения | Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон |
|----------------------|--|--|
| | оборудование в предметной сфере электронного приборостроения, обеспечивать его высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды. | ПК-16, ПК-17), <i>CDIO Syllabus</i> (4.6), Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> |
| <i>Универсальные</i> | | |
| Р 7 | Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности. | Требования ФГОС (ПК-20, ПК-19, ПК-21), <i>CDIO Syllabus</i> (4.3, 4.7, 4.8), Критерий 5 АИОР (п. 2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> |
| Р 8 | Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе, в том числе на иностранном языке, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности. | Требования ФГОС (ОК-5, ОПК-1, ПК-2), <i>CDIO Syllabus</i> (3.2, 4.7), Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> |
| Р 9 | Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, проявлять навыки руководства группой исполнителей, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, с делегированием ответственности и полномочий при решении комплексных инженерных задач. | Требования ФГОС (ОК-6), <i>CDIO Syllabus</i> (3.1), Критерий 5 АИОР (п. 2.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> |
| Р 10 | Демонстрировать личную ответственность, приверженность и готовность следовать профессиональной этике и нормам ведения комплексной инженерной деятельности. | Требования ФГОС (ОК-1, ОК-2, ОК-5, ОК-6), <i>CDIO Syllabus</i> (2.5), Критерий 5 АИОР (п. 2.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> |
| Р 11 | Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, компетентность в вопросах охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности. | Требования ФГОС (ОК-4, ОК-8, ОК-9, ПК-3, ПК-4, ПК-10), <i>CDIO Syllabus</i> (4.1), Критерий 5 АИОР (п. 2.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> |
| Р 12 | Проявлять способность к самообучению и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности. | Требования ФГОС (ОК-7, ОК-8), <i>CDIO Syllabus</i> (2.6), Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> |

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа энергетики
Отделение Электроэнергетики и электротехники
Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Профиль «Электропривод и автоматика»

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ОЭЭ ИШЭ

(Подпись) (Дата) Дементьев Ю.Н.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

| |
|--|
| Бакалаврской работы |
| (бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации) |

Студенту:

| Группа | ФИО |
|--------|---------------------------|
| 5Г4А | Орлянскому Илье Павловичу |

Тема работы:

| | |
|---|----------------------|
| ПОСТРОЕНИЕ АДАПТИВНОГО АЛГОРИТМА ЭКСТРЕМАЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ МОЩНОСТИ В СИСТЕМЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ | |
| Утверждена приказом директора (дата, номер) | 02.02 2018г. № 645/С |

| | |
|--|-----------|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | 8.06.2018 |
|--|-----------|

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

| | |
|--|--|
| Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i> | Спроектировать систему МРРТ при заданных уровнях освещенности (400лк, 800лк, 400лк, 200лк) на четырех интервалах. |
| Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих</i> | Расчет и выбор элементов преобразователя; Создание алгоритмов МРРТ (адаптивный и неадаптивный); Моделирование режимов работы системы в MATLAB при разных уровнях освещенности; Анализ полученных результатов. |

| | | |
|--|-----------------------------|--|
| <i>разработке; заключение по работе).</i> | | |
| Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i> | | |
| Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i> | | |
| Раздел | Консультант | |
| Финансовый менеджмент ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Калмыкова Екатерина Юрьевна | |
| Социальная ответственность | Панин Владимир Филиппович | |
| Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках: | | |
| Все разделы выпускной квалификационной работы написаны на русском языке. | | |

Задание выдал руководитель:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|------------------|---------------------------|---------|------|
| Профессор | Михальченко С.Г. | д.т.н | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|----------------|---------|------|
| 5Г4А | Орлянский И.П. | | |

РЕФЕРАТ

Дипломная работа 57 с., 23 рис., 13 табл., 12 источника.

Ключевые слова: Схема Кука, отслеживание точки максимальной мощности, метод возмущения и наблюдения, солнечная энергетика.

Объектом исследования данной работы является солнечная батарея и преобразователь напряжения с экстремальным регулированием.

Цель работы – разработка нового алгоритма для системы управления преобразователем напряжения, реализующего функцию экстремального регулирования.

Имитационная модель для отладки алгоритма исследована на ЭВМ для сравнения известных алгоритмов и выбора наиболее подходящего.

В работе производился поиск точки максимальной мощности с помощью адаптивного и неадаптивного алгоритмов возмущения и наблюдения.

В результате исследования было установлено, что адаптивный алгоритм возмущения и наблюдения оказался эффективнее неадаптивного, так как отличается меньшими пульсациями. Также адаптивный алгоритм показал высокую точность достижения точки максимальной мощности и высокую скорость ее достижения.

Область применения: используется для передачи энергии солнечных батарей в промышленную сеть на солнечных электростанциях. Есть возможность использования частными лицами в целях экономии электроэнергии.

Дипломная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word и Microsoft Excel. Для моделирования использована программа MATLAB Simulink.

Оглавление

| | |
|---|----|
| 1. Введение | 7 |
| 2. Объект и методы исследования..... | 9 |
| 2.1. Описание преобразователя..... | 9 |
| 2.2. Солнечная батарея | 12 |
| 2.3. Обзор существующих алгоритмов управления | 12 |
| 3. Расчет параметров преобразователя | 14 |
| 4. Моделирование..... | 18 |
| 5. Финансовый менеджмент | 27 |
| 5.1. Введение | 27 |
| 5.2. Потенциальные потребители | 28 |
| 5.3. Планирование научно-исследовательских работ | 28 |
| 5.4. Амортизация | 29 |
| 5.5. Планирование технической подготовки производства | 30 |
| 5.6. Планирование комплекса предполагаемых работ | 30 |
| 5.7. Планирование технологической подготовки производства | 32 |
| 5.8. Планирование организационной подготовки производства | 34 |
| 5.9. Определение трудоемкости выполнения работ | 35 |
| 5.10. Разработка графика выполнения технического проекта | 36 |
| 5.11. Расчет затрат на осуществление технического проекта | 37 |
| 5.12. Расчет затрат на оплату труда исполнителей проекта | 37 |
| 5.13. Расчет сметы затрат..... | 39 |
| 5.14. Вывод..... | 39 |
| 6. Социальная ответственность..... | 40 |
| 6.1. Анализ опасных и вредных производственных факторов..... | 40 |
| 6.2. Техника безопасности | 41 |
| 6.2.1. Защита от электропоражения | 41 |
| 6.2.2. Производственная санитария | 43 |
| 6.2.3. Микроклимат | 43 |
| 6.2.4. Производственный шум | 45 |
| 6.2.5. Электромагнитные поля | 46 |
| 6.3. Токсичные вещества..... | 47 |
| 6.4. Пожарная безопасность..... | 49 |
| 6.5. Охрана окружающей среды | 50 |
| Заключение | 51 |
| Список публикаций студента..... | 52 |
| Список источников | 53 |

1. Введение

Солнечная энергия относится к неисчерпаемым источникам энергии, которая также является одной из самых экологически чистых и дешевых видов энергии. По мнению многих ученых энергия солнца, поступающая на Землю в течении одной недели сравнима с запасами нефти, газа, угля и урана на нашей планете. Развитие солнечной энергетики вместе с остальными альтернативными источниками энергии является важнейшей задачей для всего мира. Через некоторое время данный вид энергии будет составлять достойную конкуренцию нефти и газу, ввиду его ежегодного удешевления. Солнечные батареи уже сейчас нашли себе применение в разных отраслях. Например, в промышленном производстве (авиапромышленность, автомобилестроение и т.п.), в сельском хозяйстве, в быту, в строительстве, в автономных системах видеонаблюдения, в автономных системах освещения, в космической отрасли.

Солнце – неисчерпаемый источник энергии, являющийся одним из самых экологически безопасных и дешевых. По заявлениям многих экспертов, объем солнечной энергии, поступающая на поверхность Земли в течение недели, сравнима с энергией всех мировых запасов нефти, газа, угля и урана. Несмотря на некоторые недостатки, солнечная энергетика продолжает развиваться и совершенствоваться. Ввиду того, что данный вид энергии будет дешеветь и уже через несколько лет будет составлять весомую конкуренцию нефти и газу. Солнечные батареи как источник энергии нашли применение: в промышленном производстве, в авиапромышленности, в автомобилестроении.

В данный момент в России имеются передовые технологии, связанные с преобразованием солнечной энергии в электрическую. Различные предприятия и организации разрабатывают и совершенствуют технологии фотоэлектрических преобразователей. Имеется ряд разработок по использованию концентрирующих систем для нужд солнечных

электростанций. Наиболее перспективные регионы в плане использования солнечной энергетики располагаются в южных областях России: Ростовская область, Ставропольский край, Калмыкия, Волгоградская область, Краснодарский край, Астраханская область, Алтай, Приморье, Читинская область, Бурятия. Причем в нескольких районах Сибири и Дальнего Востока выше уровень солнечной радиации, чем в южных регионах. Самыми развитыми странами в отрасли солнечной энергетики является Германия, Китай, Италия, Япония и США. На рис.1 представлены страны, обладающие наибольшей долей в общемировой солнечной генерации.

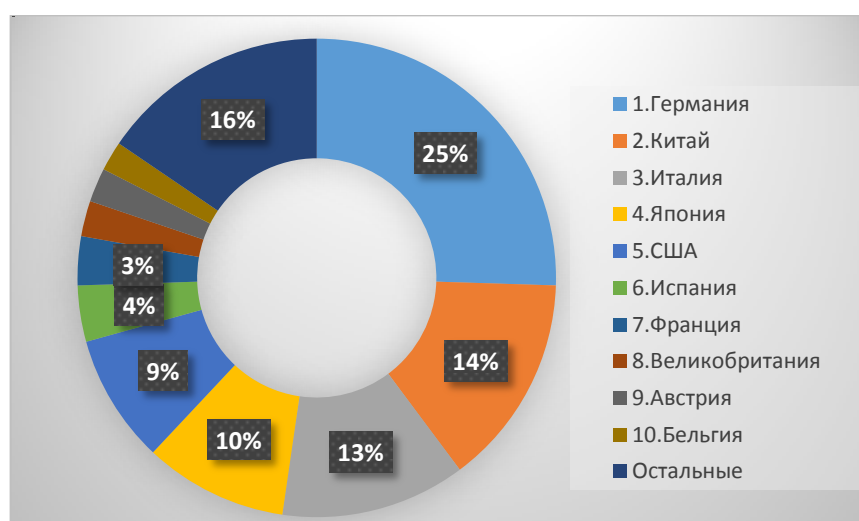


Рис.1 Доля общемировой солнечной генерации

Однако у солнечной энергетики присутствуют ряд проблем, которые в данной работе решаются. Например, отдаваемая мощность солнечной батареи прямо зависит от освещенности, и соответственно, от времени суток. В свою очередь, потребляемая мощность никак не связана с уровнем освещенности на улице. Если говорить о решении, то к ним можно отнести:

- Аккумуляция лишней энергии.
- Слежение за солнцем.
- MPPT контроллер.

Следовательно, задача данной работы будет состоять из нескольких этапов

1. Исследовать поведение солнечной батареи при разных уровнях освещенности в течении суток. Затем на основе исследований данного устройства необходимо построить временную зависимость освещенности, ВАХ, ВВХ солнечной батареи.
2. Построение модели солнечной батареи и системы управления для моделирования работы промежуточного DC-DC конвертера напряжения при разных уровнях освещенности с помощью программы Matlab/Simulink. Имитация нескольких уровней освещенности, вычисление коэффициента полезного действия и времени переходного процесса преобразователя.
3. Построение алгоритма экстремального регулирования для системы управления системы солнечной энергетики.
4. Сравнение имеющихся алгоритмов управления с помощью моделирования. Критерием сравнения будут являться возможность выхода на рабочую точку, быстродействие преобразователя при заданном алгоритме, а также нежелательная пульсность системы.

Для нахождения нужных алгоритмов работы и правильного его применения необходимо было изучить опыты отечественных и зарубежных исследователей. Затем нужно было сравнить и проанализировать имеющиеся данные с использованием компьютерного моделирования. А именно с помощью программы Matlab/Simulink.

2. Объект и методы исследования

2.1. Описание преобразователя

На рис. 2 представлены типовые схемы преобразователей энергии солнечных батарей (ПЭСБ). Понижающий преобразователь является самым распространённым из них (рис. 2, а). Из преимуществ данной схемы можно отметить стабильный ток заряда аккумулятора из-за большой выходной индуктивности, но прерывистое импульсное потребление входного тока требует установки громоздкого С-фильтра [1].

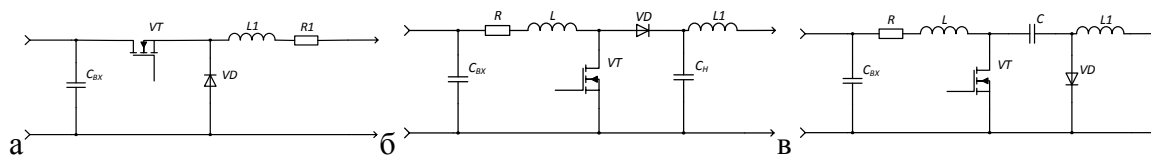


Рис. 2. Типовые схемы ПЭСБ: а) понижающий; б) повышающий; в) преобразователь Кука

Преобразователь Кука (рис. 2, в) представляет собой каскадное соединение повышающего и понижающего преобразователей. Особенностью такого преобразователя является то, что напряжение на выходе преобразователя может быть больше или меньше величины напряжения на входе. Данная схема состоит из двух дросселей, одного конденсатора и транзистора в качестве ключа. Конденсатор используется для передачи накопленной энергии со входа (ключ замкнут) на выход схемы (при замыкании ключа). Одним словом, он подключен ко входу и выходу одновременно. Как и в случае повышающего и понижающего преобразователя схема Кука может работать в режиме прерывистых и непрерывных токов.

Расширение использования источников солнечной энергии малой мощности в домовых, коллективных и индивидуальных хозяйствах, в том числе автономных объектов, крайне важны сегодня. Применение подобных решений должно стать основой увеличения доли возобновляемой энергетики в энергобалансе субъекта Федерации – на основе выбора оптимального сочетания доступных для данной местности источников энергии и использования их с максимальной эффективностью. Этот выбор будет осуществляться потребителем, и неминуемо станет мощным фактором развития рынка энергетических услуг [2].

В данной работе были проведены исследования на основе преобразователя напряжения с экстремальным регулированием (ПНЭР) на основе схемы Кука, применяемого в системах энергообеспечения малой мощности, структурные схемы которых приведены на рис. 3. Первичным источником энергии здесь выступает солнечная батарея (СБ),

аккумуляция энергии обеспечивает зарядно-разрядное устройство (ЗРУ) аккумуляторной батареи (АБ), инвертор (АИ, ИВС) осуществляет преобразование постоянного напряжения в однофазное переменное.

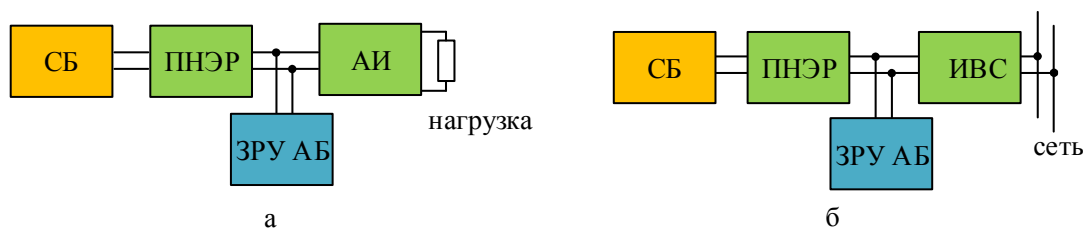


Рис. 3. Структурные схемы систем энергообеспечения с а) автономным инвертором; и б) инвертором, ведомым сетью

Структура инвертора для солнечных батарей, называемого солнечным инвертором, может быть реализована как в виде автономного инвертора (АИ) для автономных потребителей (рис. 3, а), так и – инвертора, ведомого сетью (ИВС), питающего потребителя, подключенного к промышленной однофазной сети (рис. 3, б). Показанные структуры наиболее перспективны для использования физическими лицами и малыми частными предприятиями по массогабаритным показателям, КПД и стоимости [3].

С целью увеличения диапазона работы системы энергоснабжения между СБ и инвертором (АИ или ИВС) используется преобразователь постоянного напряжения с экстремальным регулированием, для отслеживания точки максимальной мощности (*maximum power point tracking* – *MPPT*). Типовая структурная схема ПНЭР приведена на рис. 4.

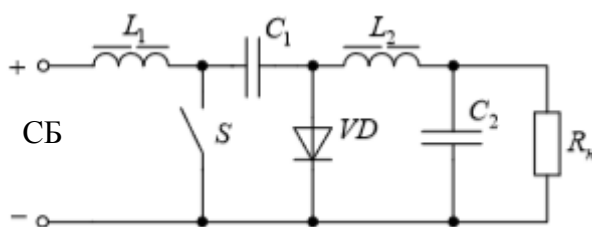


Рис. 4. Структурная схема преобразователя Кука

2.2. Солнечная батарея

В качестве основного способа повышения энергетической эффективности фотоэлектрических установок в данной работе рассматривается реализация режима отбора максимума мощности (экстремального регулирования) в определенной точке вольтамперной характеристики (ВАХ) или вольтваттной характеристики (ВВХ) солнечной батареи [4, 5]. Здесь использована достаточно простая математическая модель СБ, в связи со сложностью математического описания ВАХ реальной СБ, предложенная в [6]. Здесь ВАХ задана тремя характерными точками: напряжением холостого хода U_{xx} , током короткого замыкания $I_{кз}$, оптимальными значениями тока I_0 и напряжения U_0 :

$$I_{CB} = I_{K3} \left(1 - \left(1 - \frac{I_0}{I_{K3}} \right)^{\frac{U_{XX} - U_{CB}}{U_{XX} - U_0}} \right) \quad (1)$$

На рис. 5 приведены примеры построенных по формуле (1) вольтамперных и вольтваттных характеристик фотоэлектрической панели Kyocera KC200GT [4].

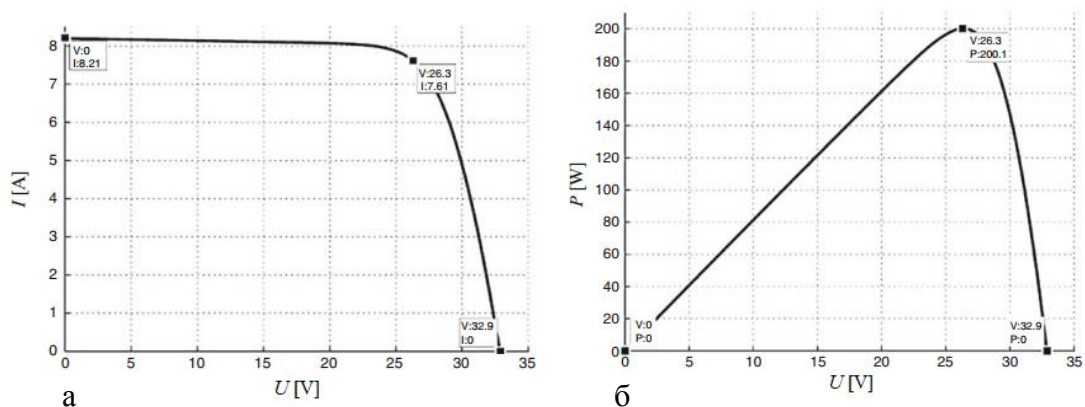


Рис. 5 Характеристики а) ВАХ и б) ВВХ солнечной панели Kyocera KC200GT

2.3. Обзор существующих алгоритмов управления

Для оптимизации выходной мощности солнечных панелей, как правило, используется один из известных алгоритмов [7-11]. Например,

метод возмущения и наблюдения (рис. 6, а), метод возрастающей проводимости (рис. 6, б) и метод постоянного напряжения [10, 11].

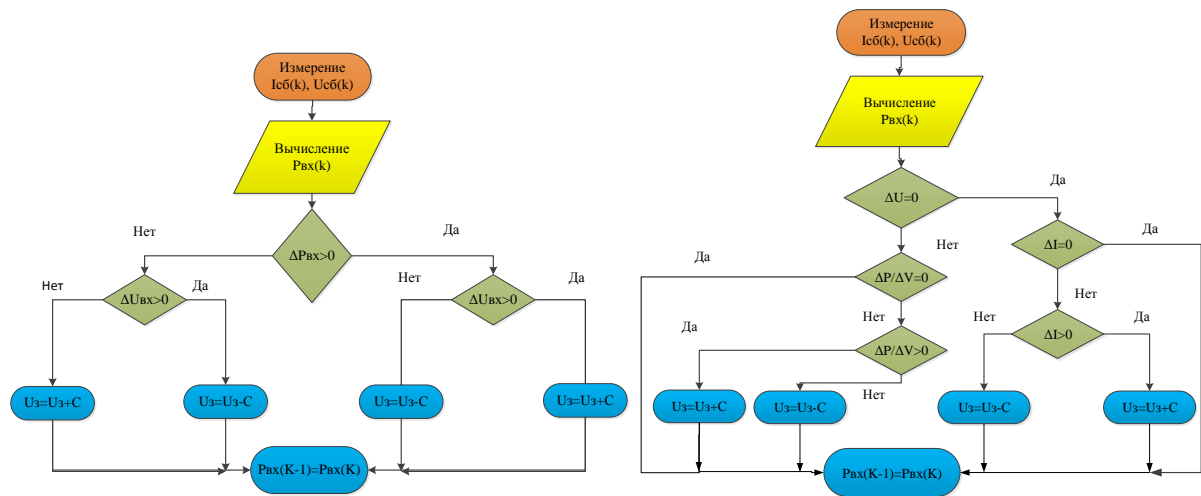


Рис. 6. Блок-схемы алгоритмов отслеживания точки максимальной мощности:
а) методом возмущения и наблюдения; б) методом возрастающей проводимости

С использованием *алгоритма возмущения и наблюдения* (ABH) устройство на некоторую величину (шаг) изменяет эквивалентное входное сопротивление преобразователя (варьированием скважности силового ключа или задания на входные величины напряжения, тока или мощности), из-за этого происходит изменение напряжения на СБ и затем производится измерение параметров (рис. 6, а). С увеличением мощности контроллер продолжает изменять задающий параметр в этом же направлении до тех пор, пока мощность не перестанет возрастать. Этот метод отличается своей простотой в реализации, зато приводит к избыточным колебаниям мощности. Широкое применение этого метода обусловлено его простотой и может быть реализовано на основе функциональной схемы системы управления ПНЭР, приведенной на рис. 7 [7, 11].

Адаптивный ABH основан на изменении шага задания на входное напряжение для каждого момента времени. Если на предыдущем шаге мощность увеличивалась, а на текущем – начала уменьшаться, то шаг приращения сокращается.

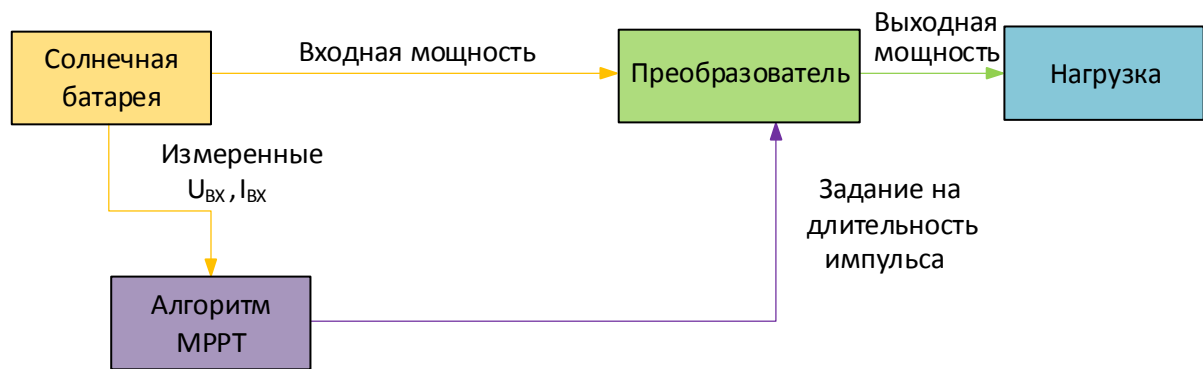


Рис. 7. Функциональная схема системы управления ПНЭР

В алгоритме *возрастающей проводимости* (АВП) преобразователь фиксирует увеличение тока и напряжения СБ для предсказания эффекта от увеличения или уменьшения напряжения. По сравнению с методом возмущения и наблюдения он требует больших вычислений, но при этом отслеживает изменение окружающих условий с большей скоростью, в отличие от предыдущего метода. Этот способ так же приводит к колебаниям мощности. Рассматриваемый метод использует возрастающую проводимость $\partial I / \partial U$ солнечной батареи для вычисления знака изменения мощности по отношению к напряжению $\partial P / \partial U$. При этом (рис. 6, б) вычисляется точка максимальной мощности и производится сравнение возрастающей проводимости $\Delta I / \Delta U$ с проводимостью СБ (I / U). При выполнении условия $\Delta I / \Delta U = I / U$, выходное напряжение равно напряжению, соответствующему наибольшему значению мощности.

3. Расчет параметров преобразователя

На рис. 8 представлена схема Кука, параметров которой будет проведен расчет.

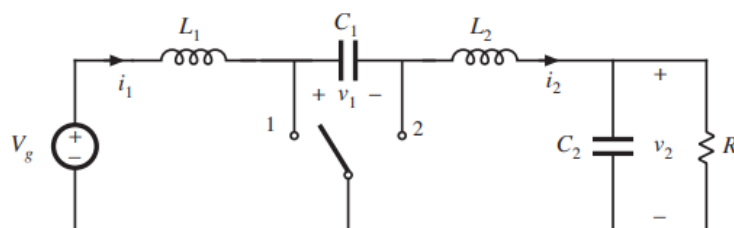


Рис. 8. Схема Кука

Данный преобразователь имеет два тока индуктивности на входе и выходе и два напряжения на конденсаторе, которые могут быть выражены:

$$i_1(t) = I_1 + i_{1\text{пульс}}(t)$$

$$i_2(t) = I_2 + i_{2\text{пульс}}(t)$$

$$u_1(t) = U_1 + u_{1\text{пульс}}(t)$$

$$u_2(t) = U_2 + u_{2\text{пульс}}(t)$$

Для расчета преобразователя нужно найти I_1 I_2 U_1 U_2 . Для упрощения пульсационными составляющими можно пренебречь. Для начала нужно задаться значениями входными и выходными значениями напряжения, а также коэффициентами заполнения преобразователя. Расчет элементов схемы проводится по данным формулам[12]:

$$L_1 = \frac{V_g \cdot D \cdot T_s}{2 \cdot \Delta i_1}$$

$$L_2 = \frac{V_g \cdot D \cdot T_s}{2 \cdot \Delta i_2}$$

$$C_1 = \frac{V_g \cdot D^2 \cdot T_s}{2 \cdot D' \cdot R \cdot \Delta V_1}$$

V_g -напряжение на источнике, принимаем равным 24В.

D -коэффициент заполнения, принимаем равным 0,5.

T_s -период работы транзистора, принимаем равным 0,0001.

Δi_1 -принимаем равным 0.1А.

ΔV_1 -принимаем равным 0,3В.

R - сопротивление нагрузки, равное 100 Ом.

Затем следует подстановка выбранных значений. Работа преобразователя должна получиться устойчивой.

$$L_1 = \frac{V_g \cdot D \cdot T_s}{2 \cdot \Delta i_1} = \frac{24 \cdot 0,5 \cdot 0,0001}{2 \cdot 0,1} = 6 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}$$

$$L_2 = \frac{V_g \cdot D \cdot T_s}{2 \cdot \Delta i_2} = \frac{24 \cdot 0,5 \cdot 0,0001}{2 \cdot 0,1} = 6 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}$$

$$C_1 = \frac{V_g \cdot D^2 \cdot T_s}{2 \cdot D' \cdot R \cdot \Delta V_1} = \frac{24 \cdot 0,5^2 \cdot 0,0001}{2 \cdot 0,5 \cdot 100 \cdot 0,3} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Ф}$$

Для уменьшения пульсаций на входе и выходе преобразователя нужно поставить на вход и выход конденсаторы. Для максимально возможного быстродействия и минимума пульсаций примем значения $C_2 = 3,5 \cdot 10^{-3} \text{ Ф}$ и $C_3 = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Ф}$.

Затем проводится моделирование полученных параметров преобразователя в MATLAB Simulink (рис. 9) без обратной связи. Результаты представлены на рис. 10.

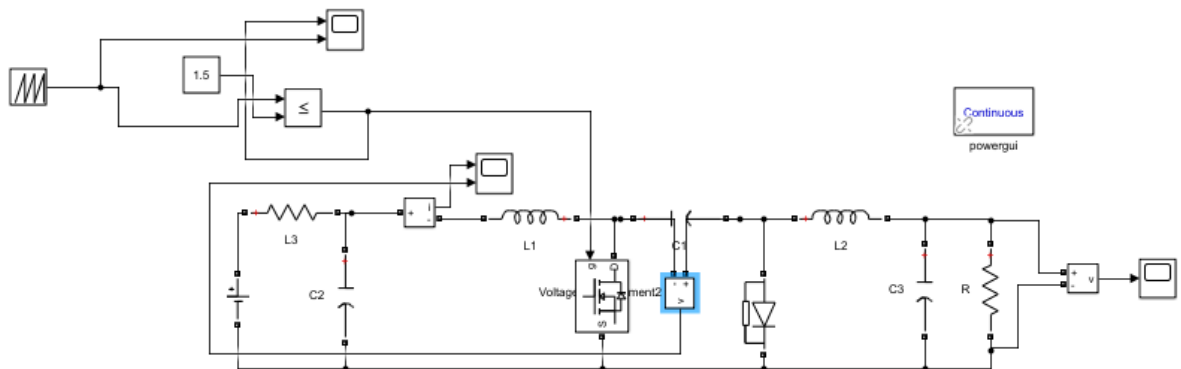
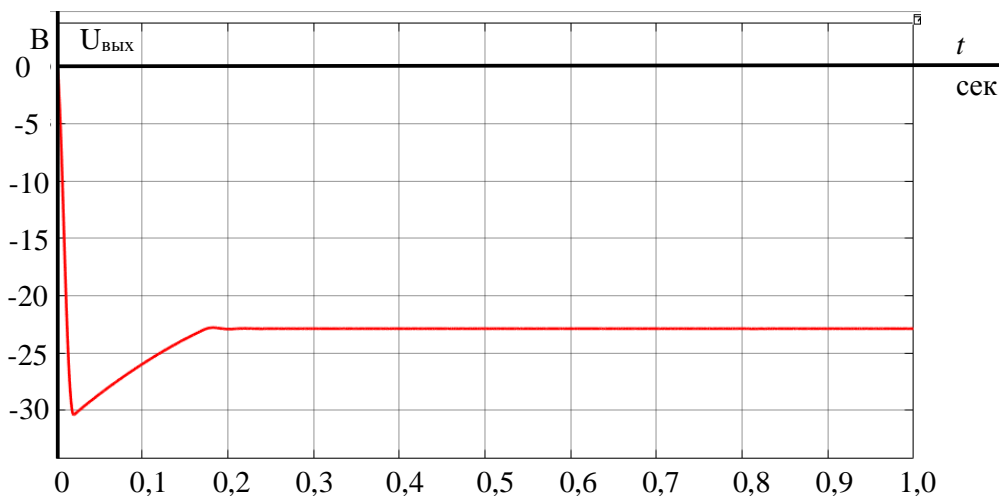


Рис. 9. Моделирование схемы Кука без обратной связи



а

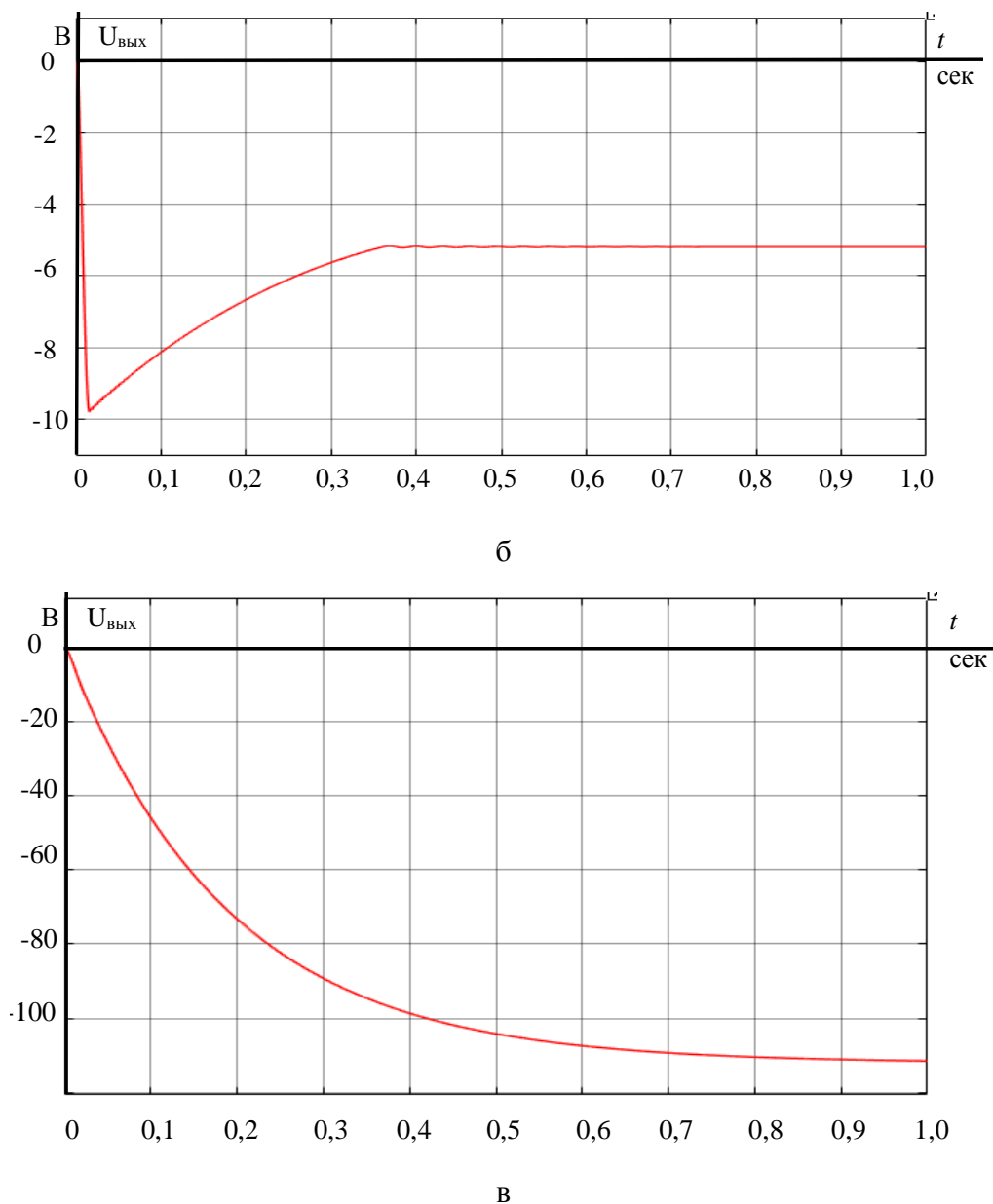


Рис. 10. Выходное напряжение преобразователя: а) при $D=0,5$; б) при $D=0,2$; в) при $D=0,9$

На временных характеристиках при различных скважностях видно, что значение выходного напряжения принимает стационарное значение и пульсации практически отсутствуют. Это говорит о том, что параметры схемы были выбраны и рассчитаны верно. На рис.11 представлена зависимость выходного напряжения от скважности при $U_{\text{вх}}=24\text{В}$. Как видно из данной зависимости, начиная с $D=0,5$ преобразователь увеличивает выходное напряжение с увеличением скважности. Но при значении выше $D=0,91$ преобразователь не может дальше повышать выходное напряжение

относительно входного, следовательно максимально он может повышать в 4,66 раза относительно входного напряжения.

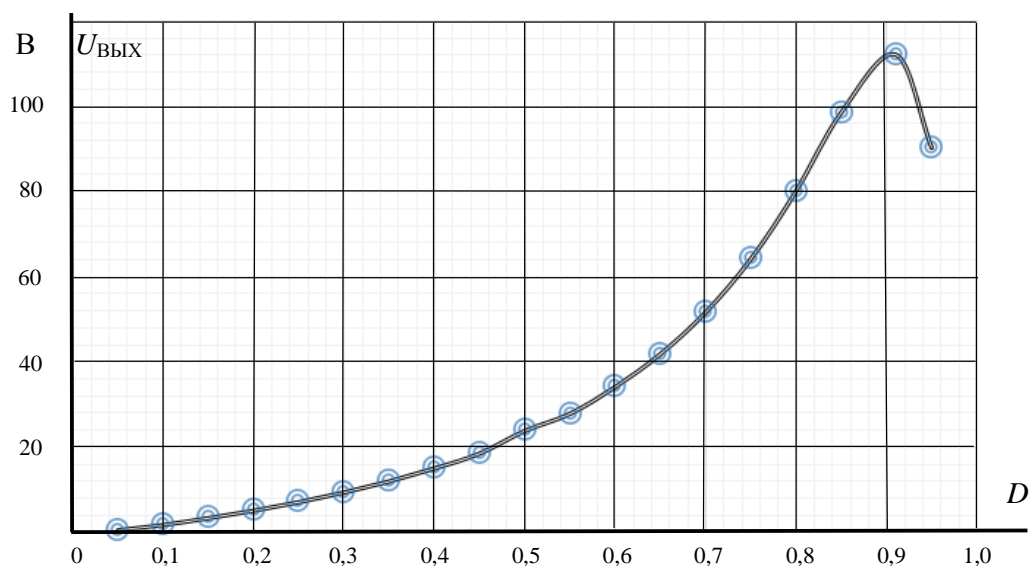


Рис. 11. $U_{\text{вых}}=f(D)$

4. Моделирование

На рис. 12 представлена имитационная модель системы отслеживания точки максимальной мощности с преобразователем Кука. В работе [10] рассматривается модель, для которой вместо преобразователя Кука был преобразователь повышающий, коэффициент заполнения которого также регулировался динамически с помощью одного из алгоритмов (рис. 6). Представленная схема, отличается наличием другого преобразователя. На базе данной модели проводится программирование алгоритмов экстремального регулирования (рис. 6), что позволяет получить более верифицируемые данные, приближающиеся по параметрам к реальным показателям прибора. Цель моделирования—сравнить результаты со схемой с повышающим преобразователем, поэтому для лучшего сравнения нужно оставить начальные условия такими же, как и в прошлой работе, а именно изменение уровня освещенности.

Рис. 13. Режимы освещенности СБ

Для моделирования различных уровней освещенности используются характеристики ВАХ и ВВХ модели СБ, рассчитанные по выражению (1) для фотоэлектрической панели Kyocera KC200GT (рис. 3), приведенные на рис. 14. Режим освещенности, обозначенный на данном рисунке цифрой {1} соответствует 400 лк при мощности порядка 700 Вт, режим {2} с освещенностью 800 лк имеет мощность около 1100 Вт. Режим {3} так же как и режим {1} имеет освещенность 400 лк и мощность 700 Вт, это необходимо для анализа переходных процессов с низкой освещенности на высокую и наоборот. Четвертый режим {4} соответствует 200 лк и мощности 400 Вт.

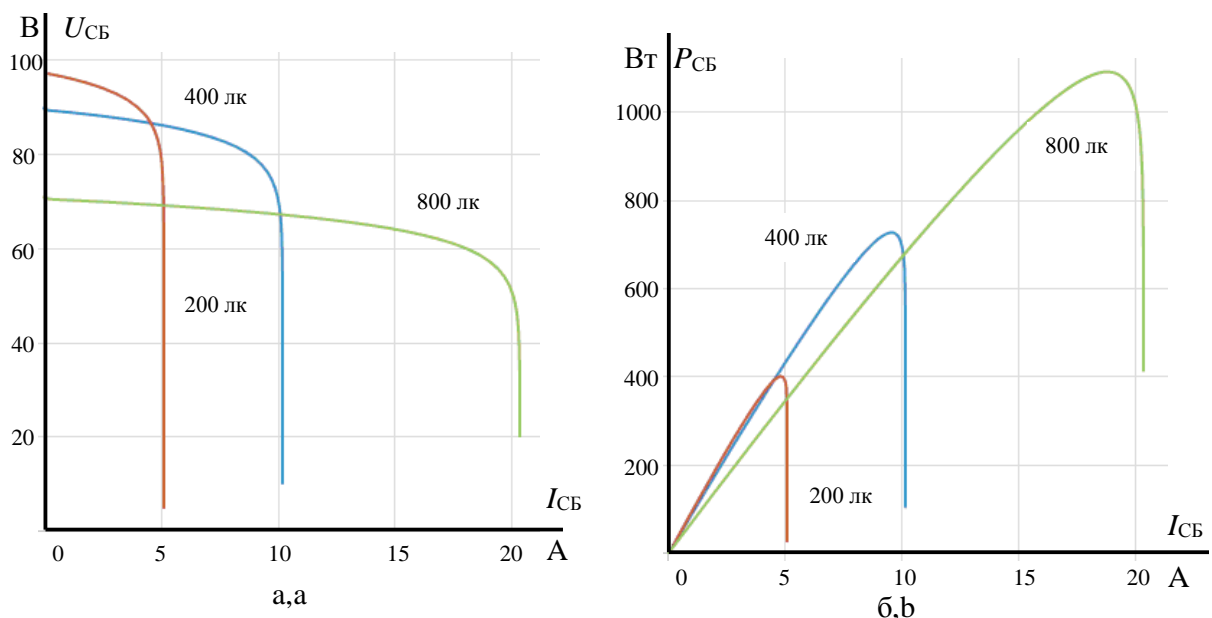


Рис. 14. Характеристики модели СБ: а) ВАХ; б) ВВХ

В результате имитационного моделирования получены графики выхода на рабочую точку и определение новых максимумов мощности при изменении величины освещённости солнечной панели. На рис. 15 представлены диаграммы тока (I_{BX}) и напряжения (U_{BX}), а на рис. 16 – мощности (P_{CB}) солнечной батареи для неадаптивного алгоритма возмущения и наблюдения, из которого видно, что требуемого уровня максимума мощности преобразователь достигает довольно быстро, но с другой стороны пульсации выше нормы.

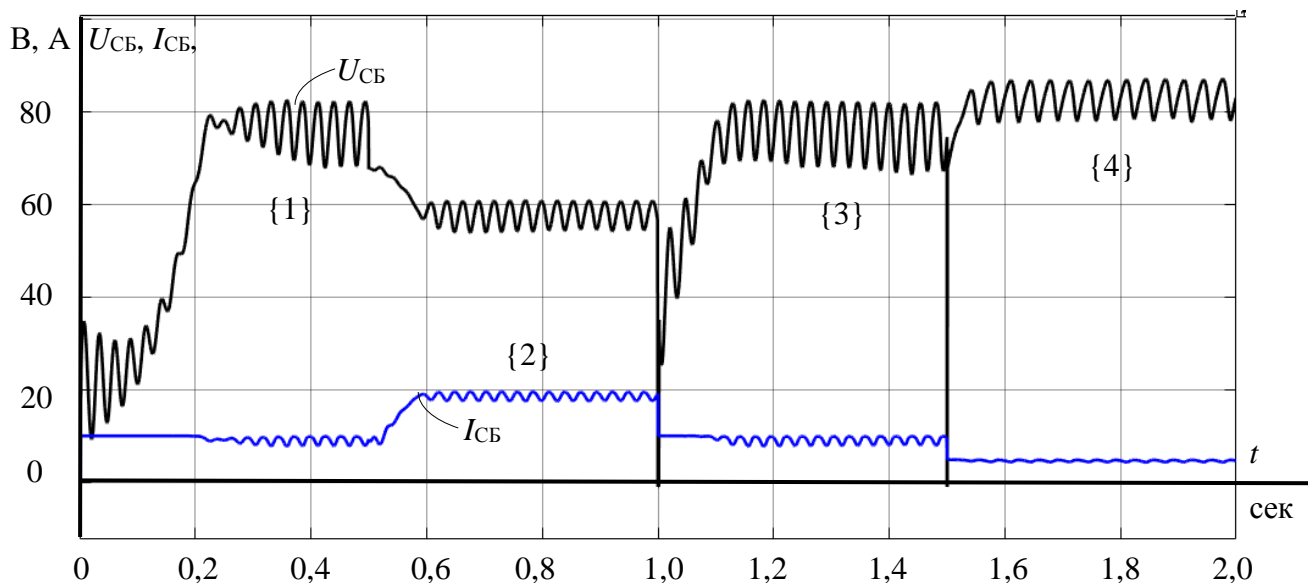


Рис. 15. Диаграммы тока и напряжения СБ для неадаптивного АВН

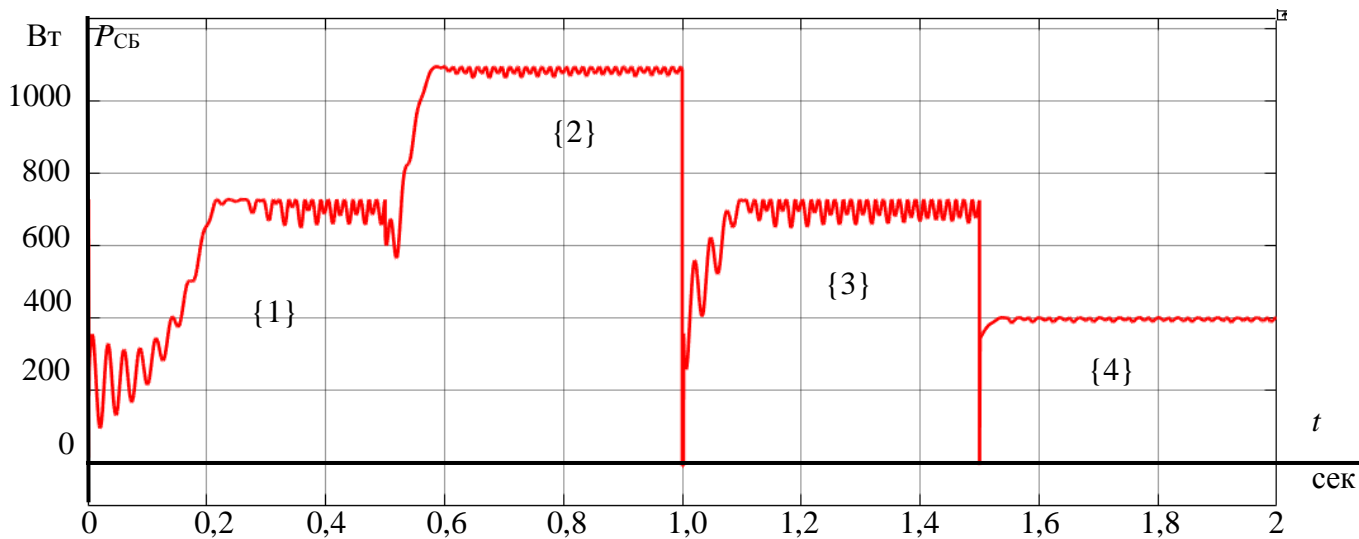


Рис. 16. Диаграмма мощности СБ для неадаптивного АВН

Адаптивный АВН реализован (рис. 6, а) в соответствии с методом возмущения и наблюдения, кроме того, в нем используется изменение шага задания на входное напряжение для каждой итерации. Если на предыдущем шаге мощность увеличилась, а на текущем – уменьшилась, то шаг приращения сокращается. Ниже приведены временные диаграммы тока, напряжения (рис. 17) и мощности (рис. 18) для адаптивного алгоритма возмущения и наблюдения, в котором осуществляется выход на рабочую точку, в соответствии с режимами (рис. 14). Данный алгоритм достаточно хорош малыми пульсациями, а также скоростью достижения рабочей точки.

На временных диаграммах можно увидеть, как алгоритм МРРТ уменьшает шаг задания на входное напряжение.

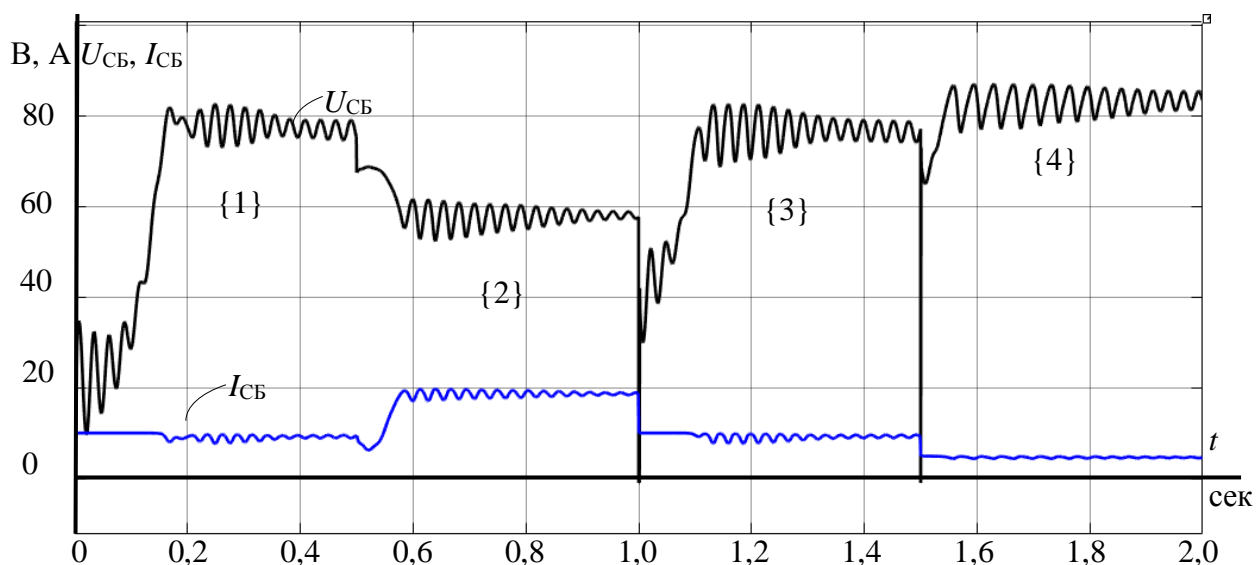


Рис. 17. Диаграммы тока и напряжения СБ для адаптивного алгоритма возмущения и наблюдения

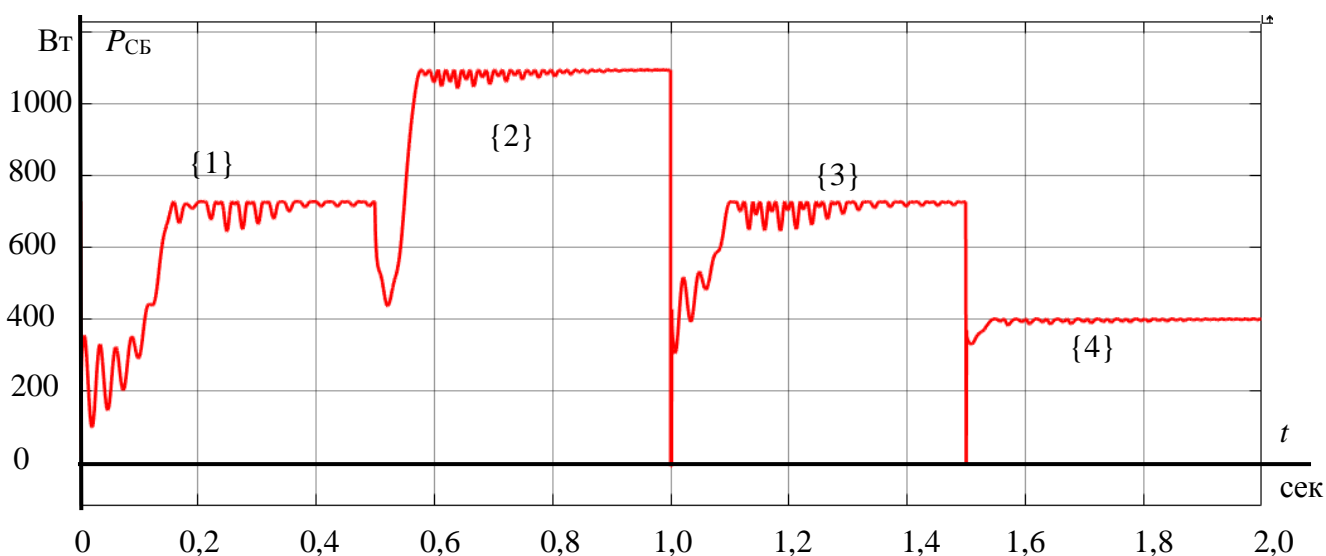


Рис. 18. Диаграмма мощности СБ для адаптивного алгоритма возмущения и наблюдения

Рассмотренные алгоритмы нацелены в первую очередь на отыскание локальных максимумов мощности СБ. Все они предполагают колебания мощности, которые могут быть снижены с помощью введения алгоритмов изменения шага, один из которых (адаптивный, возмущения и наблюдения) описан выше. Алгоритм возрастающей проводимости гораздо быстрее отрабатывает изменения освещённости, однако для корректной работы

необходимо производить больше арифметических операций на каждом такте его работы. К недостаткам данного метода так же можно отнести высокую чувствительность к помехам и изменению шага.

Для сравнения произведен расчет коэффициентов пульсации по напряжению ($k_{пу}$) и по мощности ($k_{пр}$) для исследуемых алгоритмов по приведенным ниже формулам.

$$k_{пр} = \frac{P_{\max} - P_{\min}}{P_{\max} + P_{\min}}; \quad k_{пу} = \frac{U_{\max} - U_{\min}}{U_{\max} + U_{\min}}. \quad (2)$$

В таблице 1 представлены значения коэффициентов пульсации по мощности ($k_{пр}$) и по напряжению ($k_{пу}$) для адаптивного и неадаптивного алгоритма. Рассчитанные по выражению (2) показатели демонстрируют превосходство адаптивного АВН.

Таблица 1 Коэффициент пульсации мощности и напряжения

| Интервал освещенности | $k_{пр}$ | $k_{пу}$ | $k_{пр}$ | $k_{пу}$ |
|--------------------------|----------------------------------|----------|------------------------------|----------|
| | неадаптивный АВН | | адаптивный АВН | |
| Interval of illumination | non-adaptive perturbation method | | adaptive perturbation method | |
| 1 | 0,056 | 0,093 | 0,0097 | 0,029 |
| 2 | 0,014 | 0,06 | 0,0013 | 0,017 |
| 3 | 0,056 | 0,108 | 0,0076 | 0,032 |
| 4 | 0,016 | 0,054 | 0,0037 | 0,024 |

Для каждого из рассматриваемых режимов был проведен расчет точности нахождения локального экстремума ВВХ в рабочей точке по следующему закону:

$$\nu = \frac{P'_{\max}}{P_{\max}} \cdot 100\%. \quad (3)$$

Результаты расчетов приведены в таблице 2.

Таблица 2. Точность нахождения точки максимальной мощности

| Интервал освещенности | Точность, % (адаптивный АВН) | Точность, % (неадаптивный АВН) |
|--------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| Interval of illumination | Efficiency (adaptive) | Efficiency (non-adaptive) |
| 1 | 0,98 | 0,978571 |
| 2 | 0,99 | 0,945455 |
| 3 | 0,992 | 0,98 |
| 4 | 0,9975 | 0,9825 |

Время переходного процесса – выхода на точку максимальной мощности рассчитано с учетом результатов численного эксперимента (рис. 14) для адаптивного и неадаптивного алгоритма возмущения и наблюдения (рис. 6, а). Результаты расчетов приведены в таблице 3.

Таблица 3. Время выхода на точку максимальной мощности

| Интервал освещенности | Время переходного процесса (адаптивный АВН) | Время переходного процесса (неадаптивный АВН) |
|--------------------------|--|--|
| Interval of illumination | Transient time (adaptive) | Transient time (non-adaptive) |
| 1 | 0,15 | 0,21 |
| 2 | 0,08 | 0,08 |
| 3 | 0,1 | 0,12 |
| 4 | 0,04 | 0,04 |

Продолжая работать с адаптивным алгоритмом возмущения и наблюдения далее были получены временные диаграммы мощности (рис. 20), напряжения (рис. 21) и тока (рис. 22) на выходе преобразователя. Для этого в качестве нагрузки было взято сопротивление $R_{\text{вых}}=100$ Ом и $L_{\text{вых}}=1 \cdot 10^{-5}$ Гн. Как видно из данных диаграмм, мощность вместе с напряжением и током уменьшилась при увеличении освещенности с 400лк до 800лк. Это связано с тем, что данный преобразователь имеет ограниченное значение повышаемого напряжения (рис. 11). На рис. 12 нет еще одного DC-DC преобразователя, необходимого для стабильного напряжения на выходе к потребителю, так как в данной работе

рассматривается только отслеживание точки максимальной мощности. Также стоит отметить отрицательные значения напряжения и тока, так как преобразователь является инвертирующим.

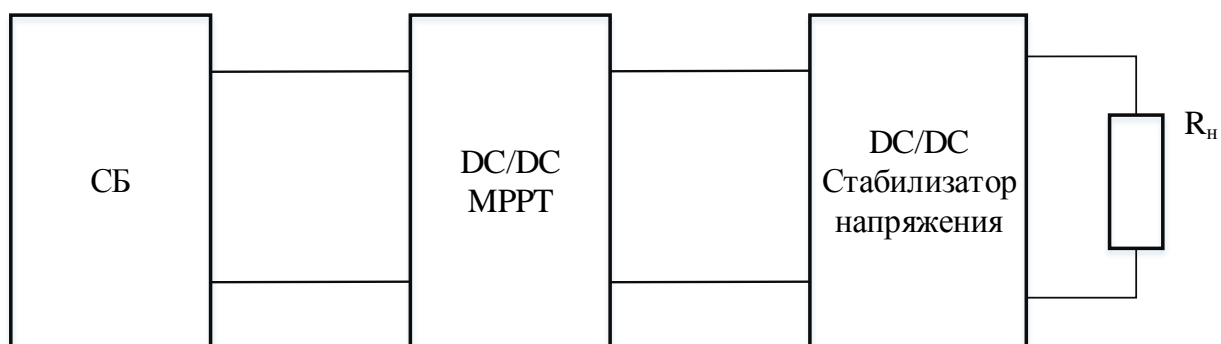


Рис. 19. Структурная схема стабилизатора напряжения

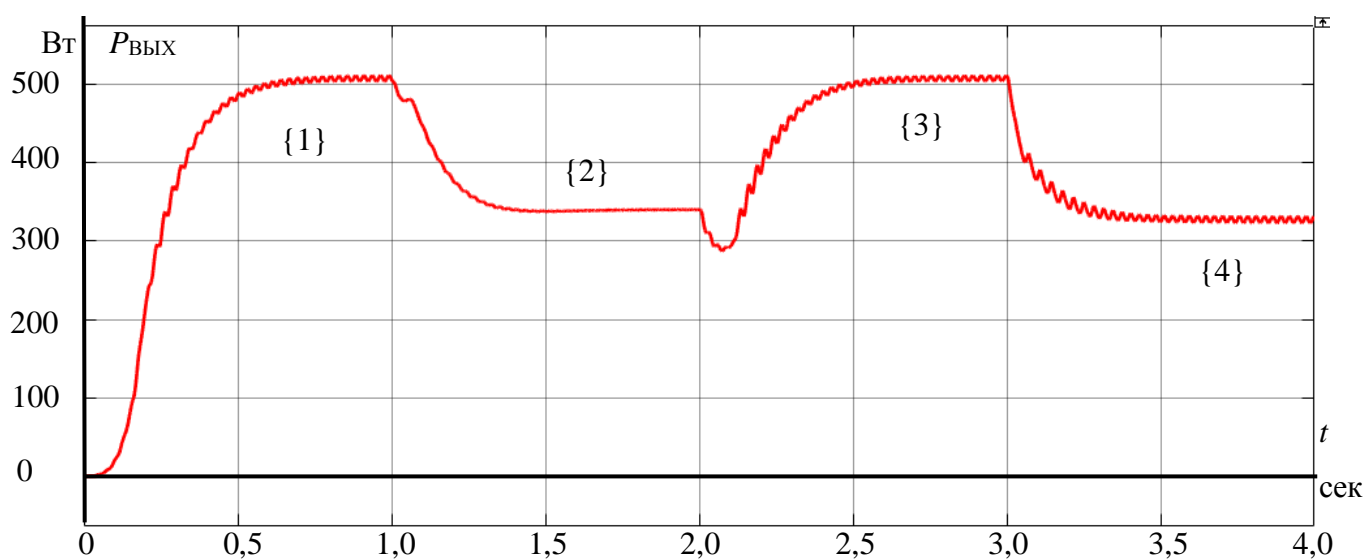


Рис. 20. Диаграмма мощности на выходе преобразователя

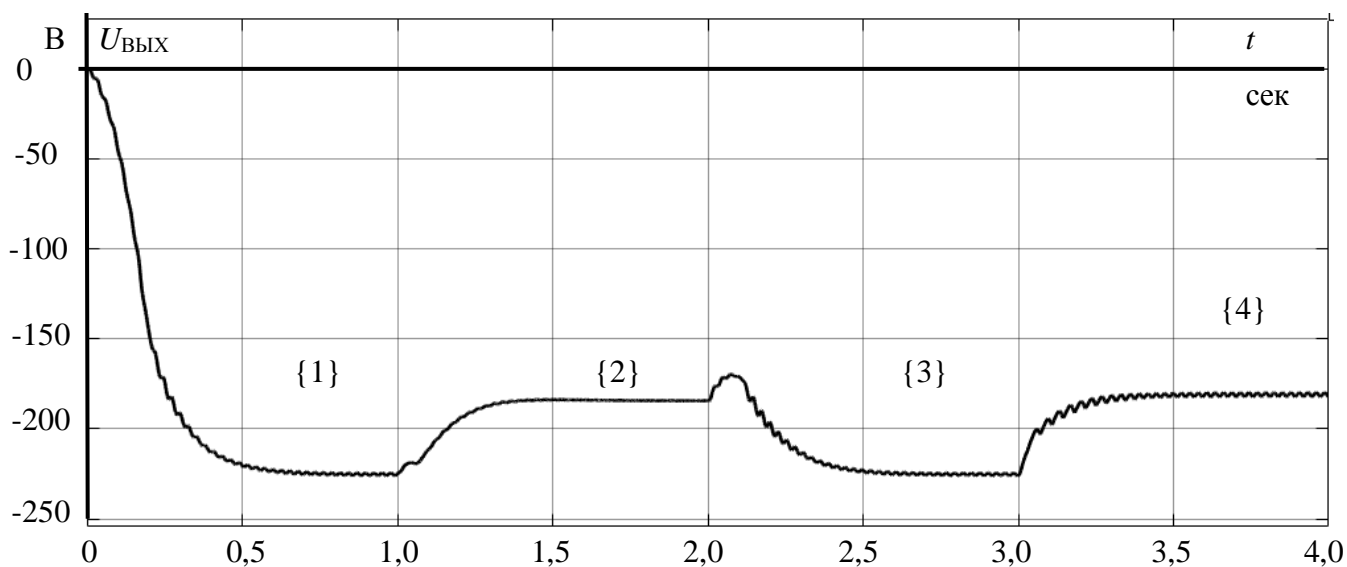


Рис. 21. Диаграмма напряжения на выходе преобразователя

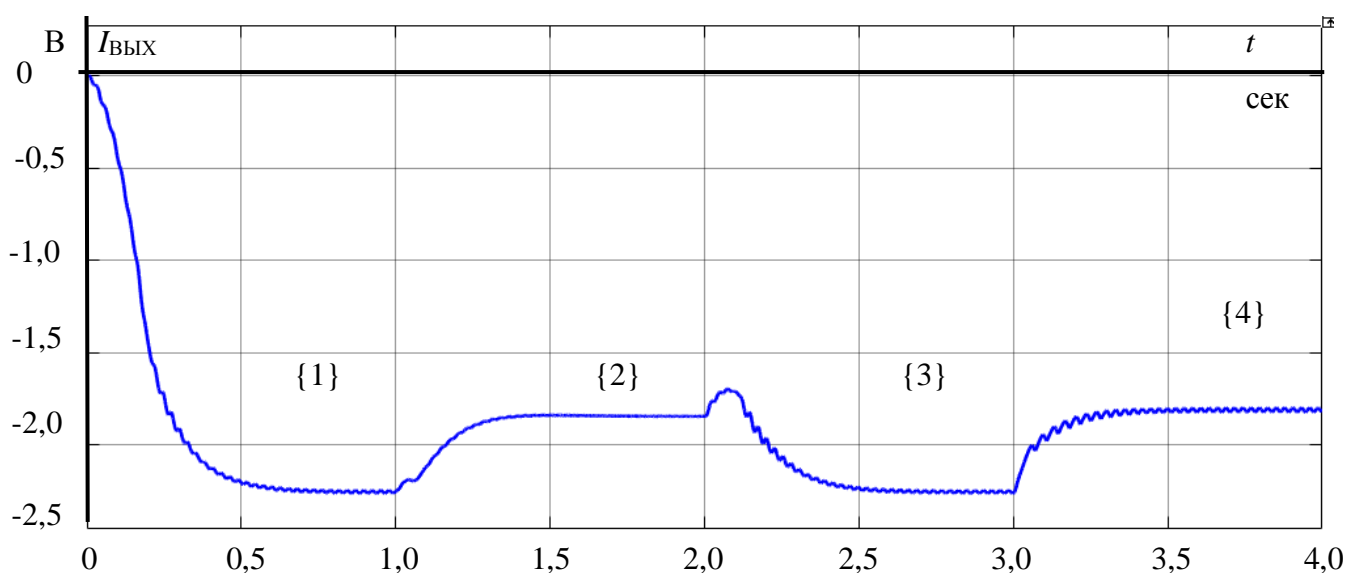


Рис. 22. Диаграмма тока на выходе преобразователя

Далее были посчитаны коэффициенты полезного действия преобразователя, где видно, что чем меньше значение освещенности, тем выше КПД.

Таблица 4. Коэффициент полезного действия преобразователя

| Интервал освещенности | Значение освещенности, лк | η |
|-----------------------|---------------------------|--------|
| 1 | 400 | 69,8 |
| 2 | 800 | 31,1 |
| 3 | 400 | 69,8 |
| 4 | 200 | 81 |

5. Финансовый менеджмент

Целью данной работы является определение экономических показателей проектирования МРРТ-контроллеров. Для этого необходимо провести анализ конкурентных технических решений, определить трудоемкость проводимых работ, создать график проведения работ, а также сформировать бюджет затрат.

5.1. Введение

В наше время перспектива научного исследования обуславливается не столько масштабом открытия, оценка которого в начальных этапах жизненного цикла высокотехнологичной и ресурсоэффективной продукции бывает достаточно трудной, сколько коммерческой окупаемостью разработки. Оценить коммерческую ценность разработки является необходимым условием во время поиска источников финансирования для проведения научных исследований и коммерциализации в дальнейшем. Это важно для разработчиков новой продукции, которым нужно представлять состояние и дальнейшее развитие проводимых научных исследований.

Важно то, что коммерческая актуальность научного исследования определяется не только более совершенными техническими параметрами над предыдущими версиями разработок, но и тем, насколько быстро разработчик сможет решить такие задачи, как продукт востребован рынком, какой будет его цена, какой бюджет научного проекта, какой срок потребуется для выхода на рынок и т.д.

Таким образом, целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

5.2.Потенциальные потребители

Продукт: МРРТ – контроллер.

Целевой рынок: академии, технические университеты, институты, школы, заводы и офисные здания.

Данный тип разработок имеет на рынке разработки электромеханических и механических лабораторных установок имеет низкие уровни конкуренции, но в будущем с развитием альтернативных источников энергии на рынке будет наблюдаться увеличение конкуренции на данную продукцию. Поэтому предприятие намерено начинать разработки данной продукции уже сейчас, ориентируясь на потенциальных покупателей.

5.3.Планирование научно-исследовательских работ

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В данном разделе составлен перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования и произведено распределение исполнителей по видам работ. Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 5.

Таблица 5. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

| Основные этапы | № раб | Содержание работ | Должность исполнителя |
|--|-------|--|-------------------------------|
| Разработка технического задания | 1 | Составление и утверждение технического задания | Научный руководитель |
| Выбор направления исследований | 2 | Подбор и изучение материалов по теме | Научный руководитель, инженер |
| | 3 | Выбор направления исследований | Научный руководитель |
| | 4 | Календарное планирование работ по теме | Научный руководитель |
| Теоретические и экспериментальные исследования | 5 | Проведение теоретических расчетов и обоснований | Инженер |
| | 6 | Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов | Инженер |
| | 7 | Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими данными | Инженер |
| Обобщение и оценка результатов | 8 | Оценка эффективности полученных результатов | Инженер |
| Оформление отчета по НИР | 9 | Составление пояснительной записки | Инженер |
| | 10 | Публикация полученных результатов | Инженер |

5.4. Амортизация

В данном пункте будет рассчитана амортизация ноутбука, необходимого в работе над проектом.

Пусть срок эксплуатации ноутбука 3 года. Отсюда следует, что норма амортизации за месяц равна:

$$K = \frac{1}{n} \cdot 100\%$$

$$K = \frac{1}{3} \cdot 100\% = 33\%$$

где n – срок полезного использования в годах.

Найдем амортизацию:

$$A = \frac{K \cdot И}{12 \cdot 30} \cdot m_p$$

$$A = \frac{0,33 \cdot 40000}{12 \cdot 30} \cdot 88 = 3226,7 \text{ руб.}$$

где И – итоговая сумма в тыс. руб.;

m – время использования в днях.

5.5. Планирование технической подготовки производства

Работу выполняют следующие исполнители:

Руководитель – лицо, которое определяет работу другим лицам, планирует пункт движения работы и выполняет работы вместе с другими исполнителями.

Инженер-конструктор (конструктор) – разрабатывает эскизные, технические и рабочие проекты особо сложных, сложных и средней сложности изделий, используя средства автоматизации проектирования, передовой опыт конкурентоспособных изделий. Составляет кинематические схемы, общие компоновки и теоретические увязки отдельных элементов конструкций на основании принципиальных схем.

Технолог – лицо, занимающееся разработкой, организацией того или иного технологического процесса. Также может разработать какую-то определенную технологию.

Экономист – специалист, который работает в области исследования, планирования и руководства хозяйственной деятельностью, осуществляет технико-экономические расчеты по проекту.

Заместитель начальника цеха – составляет план производства и потребления цехом электроэнергии, разрабатывает нормы расхода и мероприятия по её экономии. Обеспечивает исправное и безопасное состояние зданий и сооружений, оборудования, машин, механизмов, инструментов, средств, сигнализации и блокировки. В рассматриваемом проекте выполняет календарно-плановые расчеты по проектированию поточной линии изготовления продукции.

5.6. Планирование комплекса предполагаемых работ

Техническое задание основной задачей разработки технического задания является обоснование технической возможности создания изделия с

высокими техническими параметрами качества при максимальной экономической эффективности производства и эксплуатации его.

На стадии разработки технического предложения составляют технико-экономическое обоснование целесообразности разработки новой продукции, причем расчет ведут по нескольким вариантам и обосновывают наилучший. Техническое предложение согласовывается с заказчиком. Документация помечается литерой “П”.

Разработка эскизного проекта предполагает графическую часть и пояснительную записку и позволяет составить общее представление о принципах работы изделия. Графическая часть выполняется не в масштабе, но с соблюдением основных пропорций изделия. Кроме того, эскизный проект обычно включает электрическую, кинематическую и другие схемы. Эскизный проект может заканчиваться разработкой макета изделия. Этап заканчивается составлением эскизного проекта, документация помечается литерой “Э”.

Технический проект содержит также графическую часть и пояснительную записку и дает полное представление о внутреннем устройстве и функционировании изделия, а также определяет правила эксплуатации. Графическая часть выполняется строго в масштабе с нанесением всех разрезов, сечений, допусков. Здесь же приводятся расчеты устойчивости, жесткости и других параметров по сопротивлению материалов. Определяется подбор материалов для ведущих частей изделия. Документация помечается литерой “Т”.

Конструкторская подготовка производства выполняется 5 исполнителями (руководитель, два конструктора, экономист и технолог). Трудоемкость у конструкторов (первого и второго) предусматривает выполнение работ по конструкторской подготовке производства. Конкретные исполнители выполняют этапы проекта. Сроки выполнения всей работы приведены в таблице 6. Ожидаемые затраты времени и продолжительность каждой работы рассчитаны в соответствии с пунктом.

Таблица 6. Конструкторская подготовка производства

| № | Стадии, этапы | Исполнители | t _{min} , день | t _{max} , день | t _{ож} , день | t _р , день |
|----|--|----------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------|
| | Разработка технического задания | | | | | |
| 1 | Концепция проекта | 2(Пу, К1) | 15 | 28 | 20 | 10 |
| 2 | Технические требования | 2 (К1, К2) | 5 | 10 | 8 | 4 |
| 3 | Критерии эффективности | 2 (Пу, К1,) | 12 | 15 | 12 | 6 |
| | Разработка технического предложения | | | | | |
| 4 | Обоснование конструкторской разработки | 3 (Пу, К1, К2) | 6 | 12 | 9 | 3 |
| 5 | Технико-экономический анализ вариантов возможных решений | 2 (К1, Э) | 12 | 15 | 14 | 7 |
| | Разработка эскизного проекта | | | | | |
| 6 | Кинематические схемы | 2 (Пу, К1) | 9 | 13 | 10 | 5 |
| 7 | Электрические схемы | 2 (Пу, К1) | 14 | 18 | 16 | 8 |
| 8 | Предварительные чертежи общих видов | 2 (К1, К2) | 12 | 15 | 14 | 7 |
| 9 | Спецификации сборочных единиц | 2 (К1, К2) | 6 | 12 | 8 | 4 |
| 10 | Пояснительная записка | 2 (К1, К2) | 5 | 9 | 6 | 3 |
| | Разработка технического проекта | | | | | |
| 11 | Конструкторская разработка узлов, агрегатов, механизмов и других компонентов изделия | 3 (Пу, К1, К2) | 22 | 25 | 24 | 8 |
| 12 | Расчеты, связанные с обеспечением прочности, жесткости, надежности всех сборочных единиц изделия | 2 (К1, К2) | 11 | 18 | 14 | 7 |
| 13 | Спецификации материалов и покупных изделий | 2 (Пу, Т1) | 12 | 15 | 12 | 6 |
| | Разработка рабочей документации | | | | | |
| 14 | Документация опытного образца (или опытной партии) | 2 (Пу, К1) | 5 | 8 | 6 | 3 |
| 15 | Изготовление и предварительные заводские испытания | 2 (К1, Т1) | 6 | 9 | 8 | 4 |
| 16 | Корректировка документации | 2(К1, К2) | 7 | 10 | 8 | 4 |
| 17 | Недостающие чертежи | 2 (К1, Т1) | 12 | 17 | 14 | 7 |
| 18 | Документация установочных серий | 2 (Пу, К2) | 11 | 18 | 14 | 7 |
| 19 | Изготовление и испытание контрольной серии | 2 (К1, К2) | 9 | 14 | 10 | 5 |
| 20 | Окончательная корректировка документов для технологической подготовки и освоения производства | 3 (Пу, К1, Т1) | 5 | 9 | 6 | 2 |
| 21 | Конструкторская спецификация | 2 (К1, Т1) | 5 | 8 | 6 | 3 |
| 22 | Комплект документации | 2 (К1, К2) | 4 | 6 | 6 | 3 |

5.7. Планирование технологической подготовки производства

Технологическая подготовка производства является продолжением работ по проектированию изделия. На этой стадии устанавливается, при

помощи каких технических методов и средств, способов организации производства должно изготавливаться данное изделие, окончательно определяется его себестоимость и эффективность производства.

Разработка межцеховых технологических маршрутов (расцеховка) является исходной задачей ТПП. Она включает распределение номенклатуры деталей между цехами и участками, разработку технологических маршрутов их движения. Маршрутная технология определяет последовательность прохождения по цехам каждой детали и сборочной единицы в процессе ее производства.

Операционный технологический процесс выполняется по документации, в которой содержание всех операций излагается с указанием переходов и режимов обработки. При разработке операционного технологического процесса в маршрутной карте в графе «Обозначение документа» следует указывать лишь обозначение инструкций по охране труда. При этом средства защиты и технологические режимы обработки должны быть перечислены в соответствующих графах документов, предусматривающих операционное изложение. К таким документам относятся операционные карты, операционные типовые карты, карты технологического процесса, карты типового технологического процесса, ведомости деталей (сборочных единиц) к типовому технологическому процессу и к типовой технологической операции.

Конструкторская подготовка производства выполняется 7 исполнителями (руководитель, два технолога, первый конструктор, экономист и два рабочих). Технологи выполняют большинство работ по технологической подготовке производства. Конкретные исполнители выполняют этапы проекта. Сроки выполнения всей работы приведены в таблице 7. Ожидаемые затраты времени и продолжительность каждой работы рассчитаны в соответствии с пунктом.

Таблица 7. Технологическая подготовка производства

| № | Стадии, этапы | Исполнители | t _{min} , день | t _{max} , день | t _{ож} , день | t _р , день |
|--|--|----------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Разработка межцеховых технологических маршрутов | | | | | | |
| 23 | Распределение номенклатуры деталей между цехами и участками | 3 (Py, T1, T2) | 11 | 17 | 15 | 5 |
| 24 | Разработка маршрутов движения деталей | 2 (T1, T2) | 12 | 15 | 12 | 6 |
| Разработка пооперационных техпроцессов | | | | | | |
| 25 | Разработка технологии получения заготовок | 2 (T1, T2) | 11 | 16 | 14 | 7 |
| 26 | Разработка технологических операций | 2 (T1, T2) | 15 | 25 | 18 | 9 |
| 27 | Разработка карт технического контроля | 2 (T1, T2) | 7 | 13 | 10 | 5 |
| 28 | Расчет пооперационных норм времени | 2 (T1, T2) | 14 | 18 | 16 | 8 |
| 29 | Расчет норм расхода материалов | 2 (K1, T1) | 9 | 13 | 10 | 5 |
| 30 | Подготовка задания на проектирование оснастки и спецоборудования | 3(Py, K1, T2) | 10 | 14 | 12 | 4 |
| Проектирование и изготовление средств технологического оснащения | | | | | | |
| 31 | Проектирование технологической оснастки | 3 (Py, K1, T1) | 24 | 29 | 27 | 9 |
| 32 | Экономическое обоснование технологической оснастки | 3 (Py, Э, T2) | 11 | 18 | 15 | 5 |
| 33 | Изготовление технологической оснастки | 3 (P2, P1, T1) | 32 | 37 | 33 | 11 |
| 34 | Отладка и подготовка средств технологического оснащения | 3 (T2, P1, P2) | 22 | 25 | 24 | 8 |

5.8. Планирование организационной подготовки производства

Организационная подготовка производства – это комплекс процессов и работ, направленных на разработку и реализацию проекта по организации производственного процесса изготовления нового изделия.

В процессе организационной подготовки производства используются конструкторская и технологическая документации.

На этом этапе заняты только 3 исполнителя (заместитель начальника цеха и два технолога). Главная роль отводится зам. начальника цеха. Он выполняет всю работу с коллегами. Конкретная информация приведена в таблице 8. Ожидаемые затраты времени и продолжительность каждой работы рассчитаны в соответствии с пунктом.

Таблица 8. Организационная подготовка производства

| № | Стадии, этапы | Исполнители | t _{min} , день | t _{max} , день | t _{ож} , день | t _р , день |
|---|--|-----------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Организационная подготовка производства | | | | | | |
| 35 | Расчет календарно-плановых нормативов | 2(зам.нач.цеха,T1) | 6 | 10 | 8 | 4 |
| 36 | Планировка рабочих мест | 2(зам.нач.цеха,T2) | 12 | 15 | 12 | 6 |
| 37 | Формирование производственных участков | 3(зам.нач.цеха,T1,T2) | 19 | 26 | 24 | 8 |

5.9. Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения работ, связанная с технической подготовкой производства, делает актуальными проблемы автоматизации программирования обработки. Появляется возможность выбора оптимального технологического процесса из множества вариантов.

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости рассчитывается по формуле:

$$t_{ож-i} = \frac{3 \times t_{min-i} + 2 \times t_{max-i}}{5}$$

где $t_{ож-i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы день;

t_{min-i} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), день;

t_{max-i} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), день;

Расчет продолжительности каждой работы в рабочих днях с учетом количества исполнителей по каждой работе рассчитывается по формуле:

$$t_{p-i} = \frac{t_{ож-i}}{q_i}$$

где t_{p-i} – продолжительность одной работы, дн.;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Например, для концепции проекта $t_{\min-1} = 4$ дня, $t_{\max-i} = 7$ дней.

Определим ожидаемое (среднее) значение трудоемкости разработки концепции проекта:

$$t_{\text{ож-1}} = \frac{3 \times 8 + 2 \times 13}{5} = 10 \text{ дней};$$

То есть, на этом этапе, продолжительность работы составляет от 8 дней до 13 дней (работа выполнена одним человеком). По вероятностной характеристике, она равна 10 дн.

Для выполнения данной работы планируются два человека (руководитель и первый конструктор). Поэтому продолжительность этой работы в рабочих днях составит:

$$t_{p-1} = \frac{10}{2} = 50 \text{ дней}$$

5.10. Разработка графика выполнения технического проекта

В рамках планирования технического проекта необходимо построить ленточный график (диаграмма Ганта) проекта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Таблица 9. Время работы по проекту исполнителями

| Исполнители | Затраты рабочего времени, дн. |
|-----------------------------|-------------------------------|
| Руководитель | 52 |
| Конструктор 1 | 53 |
| Конструктор 2 | 51 |
| Заместитель начальника цеха | 16 |
| Экономист | 19 |
| Технолог 1 | 58 |
| Технолог 2 | 37 |
| Технолог 3 | 18 |

| | |
|-----------|----|
| Рабочий 1 | 12 |
| Рабочий 2 | 9 |

5.11. Расчет затрат на осуществление технического проекта

Целью планирования себестоимости проведения технического проекта является экономически обоснованное определение величины затрат на его выполнение. Планирование и учет стоимости технического проекта производится группировкой затрат по экономическим элементам (смета затрат). Исходными данными для расчета затрат является план работ и перечень требуемой аппаратуры, оборудования, сырья и материалов.

Затраты на осуществление технического проекта рассчитываются по следующим статьям расходов с последующим суммированием:

- заработная плата;
- отчисления во внебюджетные страховые фонды;
- расходы на материалы и комплектующие изделия;
- расходы на спецоборудование;
- накладные расходы.

5.12. Расчет затрат на оплату труда исполнителей проекта

Оплата труда включает в себя основную и дополнительную заработную плату. Основная заработная плата предусматривает выплаты по тарифу (окладу), доплаты и надбавки за работу, а также выплаты, связанные с районным регулированием оплаты труда.

Оклад отражается в трудовом договоре сотрудника и указывается в приказе при поступлении на работу. Оклад является базисной характеристикой для последующего расчета иных показателей.

Приведем пример расчета заработной платы руководителя проекта.

Оклад установлен в размере $O = 60$ тыс.руб. в месяц.

Премии предусмотрены в размере 30%:

$$P_p = 30\% \times O = 0.3 \times 60 = 18 \text{ тыс.руб./месяц}$$

Районный коэффициент $K = 1.3$

Заработная плата – сумма денежных средств, которую получает работник после расчета необходимых надбавок.

Основная зарплата рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{осн}} = K \times (O + П_p) = 1.3 \times (60 + 18) = 101.4 \text{ тыс.руб./месяц}$$

Дневная зарплата (соответствует 22 рабочим дням в каждой месяце):

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{осн}}}{22} = \frac{101.4}{22} = 4.609 \text{ тыс.руб./день}$$

Заработная плата исполнителю за участие в данном проекте:

$$З_p = З_{\text{дн}} \times Д = 4.609 \times 52 = 239.67 \text{ тыс.руб.}$$

Аналогично приведен расчет для других исполнителей. Результаты расчета приведены в таблице 10.

Таблица 10. Расчет основной заработной платы исполнителей проекта

| Исполнители | Статьи расходов | | | | | |
|------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|---|---|---------|------------------------------|
| | О, тыс.руб. . в месяц | П _р , тыс.руб. в месяц | З _{осн} , тыс.руб. в месяц | З _{дн} , тыс руб. в день | Д, день | З _р , тыс.руб. |
| Руководитель | 60 | 18 | 101,4 | 4,6 | 52 | 239,67 |
| Конструктор 1 | 40 | 12 | 67,6 | 3,07 | 53 | 162,85 |
| Конструктор 2 | 35 | 10,5 | 59,15 | 2,68 | 51 | 137,12 |
| Заместитель начальника цеха | 50 | 15 | 84,5 | 3,84 | 16 | 61,45 |
| Экономист | 30 | 9 | 50,7 | 2,35 | 19 | 43,78 |
| Технолог 1 | 40 | 12 | 67,6 | 3,07 | 58 | 178,21 |
| Технолог 2 | 35 | 10,5 | 59,15 | 2,68 | 37 | 99,47 |
| Технолог 3 | 30 | 9 | 50,7 | 2,3 | 18 | 41,48 |
| Работник 1 | 27 | 8,1 | 45,63 | 2,07 | 12 | 24,88 |
| Работник 2 | 25 | 7,5 | 42,25 | 1,925 | 9 | 17,28 |
| Итого, З _{зар} , тыс.руб. | | | | | | 1006,24 |

По данным таблицы 6 определяем дополнительную заработную плату. Дополнительная зарплата определяется в размере 15%:

$$З_{\text{доп}} = 0.15 \times З_{\text{зар}} = 0.15 \times 1006,24 = 150,93 \text{ тыс.руб.}$$

Таким образом, расходы на оплату труда включают основную зарплату и дополнительную зарплату:

$$З_{\text{полн}} = З_{\text{зар}} + З_{\text{доп}} = 1006,24 + 150,93 = 1157,17 \text{ тыс.руб.}$$

Отчисления во внебюджетные страховые фонды определяются в размере 30% от расходов на оплату труда:

$$З_{отч} = 0.3 \times З_{полн} = 0.3 \times 1157,17 = 347,15 \text{ тыс.руб.}$$

5.13. Расчет сметы затрат

Результаты расчета приведены в таблице 11.

Таблица 11. Смета затрат

| Статьи расходов | Сумма, тыс.руб. | Структура затрат, % |
|------------------------------|-----------------|---------------------|
| Материальные расходы | 1735,76 | 45 |
| Расходы на оплату труда | 1157,17 | 30 |
| Взносы во внебюджетные фонды | 347,15 | 9 |
| Накладные расходы | 617,36 | 16 |
| Итого | 3857,25 | 100 |

Исходя из расчетов сметы, делаем вывод, что на техническую подготовку производства предприятию понадобится 3,85 млн. рублей.

5.14. Вывод

В результате выполнения задания данного раздела была экономически обоснована производимая продукция.

Далее была посчитана амортизация научных исследований, направленных на разработку продукции.

Был составлен план – график выполнение работ каждого из участников: руководителя проекта, конструкторов, заместителя начальника цеха, экономиста, технологов, а также рабочих. В итоге получили следующие данные: общее количество дней на выполнение проекта – 110 дней.

Рассчитаны затраты на производство продукции. Они составили 3,62 млн. рублей.

Реализация МРРТ-контроллера является очень актуальной установкой для многих предприятий из-за уменьшения энергозатрат.

6. Социальная ответственность

Целью раздела “Безопасность и экологичность проекта” является выполнение и анализ вредных и опасных факторов труда на нефтегазовых месторождениях и разработка мер защиты от них, оценка условий труда рабочей среды. В разделе также рассматриваются вопросы техники безопасности, пожарной профилактики и охраны окружающей среды, даются рекомендации по созданию оптимальных условий труда.

Данная дипломная работа заключается в построение модели солнечной батареи и системы управления для моделирования работы промежуточного DC-DC конвертера напряжения при разных уровнях освещенности с помощью программы Matlab/Simulink. Затем делается построение алгоритма экстремального регулирования для системы управления системы солнечной энергетики с целью поиска точки максимальной мощности в ВВХ.

6.1. Анализ опасных и вредных производственных факторов

В процессе труда человек вступает во взаимодействие с предметами труда, орудиями труда, другими людьми. Кроме того, на него воздействуют параметры окружающей среды, т.е. той производственной обстановки, в которой протекает труд человека.

От условий труда зависит отношение человека к труду и, естественно, результаты труда. При плохих условиях труда резко снижается работоспособность, производительность труда, соответственно повышается процент профессиональных заболеваний и травм.

Элементы условий труда, выступающих в роли опасных и вредных производственных факторов, можно разделить на четыре группы [ГОСТ 12.0.003-74]:

- физические;
- химические;
- биологические;
- психофизиологические.

Поскольку на состояние здоровья сотрудников биологические и химические факторы существенного влияния не оказывают, то рассмотрим лишь две группы факторов.

К группе физически-опасных факторов относятся:

- температура и влажность воздуха;
- шум;
- статическое электричество;
- механические повреждения вследствие разрыва трубопровода;
- освещенность;
- ионизирующее излучение;
- взрывоопасность;
- пожароопасность.

К вредным психофизическим и опасным факторам относятся:

- физические (статические, динамические);
- нервно – психические перегрузки (умственное перенапряжение, утомление, монотонность труда, эмоциональные перегрузки).

6.2. Техника безопасности

6.2.1. Защита от электропоражения

Инженер работает с электроприборами, например, с компьютером, со станками. В данном случае существует опасность электропоражения:

- при непосредственном прикосновении к токоведущим частям ЭВМ;
- при прикосновении к нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением (в случае нарушения изоляции токоведущих частей);
- при соприкосновении с полом, стенами, оказавшимися под напряжением;
- имеется опасность короткого замыкания в высоковольтных блоках.

В зависимости от условий в помещении опасность поражения человека электрическим током увеличивается или уменьшается. По "Межотраслевым правилам по охране труда" все помещения делятся на:

- помещения с повышенной опасностью;
- особо опасные помещения;
- помещения без повышенной опасности.

По опасности электропоражения помещение, в котором ведется работа, относится к помещениям без повышенной опасности, т.е. оно не характеризуется наличием повышенной влажности (относительная влажность не превышает 75%), высокой температуры (более 35⁰С), токопроводящих пыли и пола.

При работе в помещении обязательны следующие меры предосторожности:

- перед началом работы нужно убедиться, что выключатели и розетка закреплены и не имеют оголённых токоведущих частей;
- при обнаружении неисправности оборудования и приборов необходимо не делая никаких самостоятельных исправлений сообщить ответственному за оборудование;
- запрещается загромождать рабочее место лишними предметами. При возникновении несчастного случая следует немедленно освободить пострадавшего от действия электрического тока и, вызвав врача, оказать ему необходимую помощь.

Для защиты от поражения электрическим током все токоведущие части должны быть защищены от случайных прикосновений кожухами (ПУЭ 1.1.32), корпус устройства должен быть заземлен. Заземление выполняется изолированным медным проводом сечением 1.5 мм² (ПУЭ 1.7.78), который присоединяется к общей шине заземления с общим сечением 54 мм² при помощи сварки. Общая шина присоединяется к заземлению, сопротивление которого не должно превышать 4 Ом (ПУЭ 1.7.65). Питание устройства должно осуществляться от силового щита через автоматический предохранитель, который срабатывает при коротком замыкании нагрузки.

Для снижения величин возникающих разрядов целесообразно применение покрытия из антистатического материала. К организационно – техническим мероприятиям относится инструктаж по технике безопасности.

6.2.2. Производственная санитария

По правилам производственной санитарии на каждом производстве состояние воздушной среды должно контролироваться систематически.

При организации рабочего места необходимо учитывать требования безопасности, промышленной санитарии, эргономики, технической эстетики. Невыполнение этих требований можно привести к получению работником производственной травмы или развитию у него профессионального заболевания.

При планировании рабочего помещения необходимо соблюдать нормы полезной площади для работающих и объем помещения.

Рабочее помещение представляет собой комнату площадью 20 м^2 и объемом 60 м^3 . Одновременно в рабочем помещении находится 1 человек, следовательно на одного человека приходится около 60 м^3 объема помещения и 20 м^2 площади, что в результате удовлетворяет требованиям санитарных норм СанПиН 2.2.2.542-96, согласно которым для одного работника ВЦ должны быть предусмотрены площадь величиной не менее 6 м^2 и объем не менее 20 м^3 с учетом максимального числа одновременно работающих в смену.

6.2.3. Микроклимат

Одним из необходимых условий здорового и высокопроизводительного труда в помещении является обеспечение нормальных микроклиматических условий, являющихся важной характеристикой санитарно – гигиенических условий труда.

Микроклимат помещений определяют по следующим параметрам: температура воздуха в помещении, относительная влажность воздуха,

скорость движения воздуха. Эти параметры в комплексе и по отдельности влияют на организм человека, определяя его самочувствие.

Проанализируем микроклимат в помещении, где находится рабочее место.

В таблице 12 приведены параметры микроклимата по ГОСТ¹.

Таблица 12. Оптимальные и допустимые значения характеристик микроклимата

| Период года | Температура, С | Относительная влажность, % | Скорость движения воздуха, м/с |
|-------------|----------------|----------------------------|--------------------------------|
| Холодный | 23-25 | 40-60 | 0,1 |
| Тёплый | 20-22 | 40 | 0,1 |

По степени физической тяжести работа оператора относится к категории лёгких работ. Параметры микроклимата в помещении, где находится рабочее место, регулируются системой центрального отопления и приточно-вытяжной вентиляцией, и имеют следующие значения: влажность 50%, скорость движения воздуха 0,1 м/с, температура летом 20..25°C, зимой 20..22°C.

К мероприятиям по оздоровлению воздушной среды в производственном помещении относятся: правильная организация вентиляции и кондиционирования воздуха, отопление помещений. Вентиляция может осуществляться естественным и механическим путём. В помещении ВЦ должны подаваться следующие объёмы наружного воздуха: при объёме помещения до 20 м³ на человека – не менее 30 м³ в час на человека; при объёме помещения более 40 м³ на человека и отсутствии выделения вредных веществ допускается естественная вентиляция.

¹ Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования ГОСТ 12.1.004-96 М.; 1996. – 78с.;

В кабинете осуществляется искусственная и естественная вентиляция. Воздух поступает и удаляется через щели, окна, двери и с помощью кондиционера. Так как объём на одного человека 40 м^3 , что соответствует норме (должно быть 40 м^3), то достаточный приток свежего воздуха обеспечивается.

В зимнее время в помещении необходимо предусмотреть систему отопления. Она должна обеспечивать достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха. В помещениях с повышенными требованиями к чистоте воздуха должно использоваться водяное отопление. В рассматриваемой аудитории используется водяное отопление со встроенными нагревательными элементами и стояками. Кроме того, воздух нагревается с помощью кондиционера.

6.2.4. Производственный шум

В результате исследований установлено, что шум и вибрация ухудшают условия труда, оказывают вредное воздействие на организм человека. Действие шума различно: затрудняет разборчивость речи, вызывает снижение работоспособности, повышает утомляемость, вызывает необратимые изменения в органах слуха человека. Шум воздействует не только на органы слуха, но и на весь организм человека через центральную нервную систему. Ослабляет внимание, ухудшается память, снижается реакция, увеличивается число ошибок при работе.

Спектр большинства шумов содержит звуки с частотой до 10000 Гц. Поэтому нормирование осуществляется в этом диапазоне. Весь диапазон частот разделяется на 9 октав. Октавой называется полоса частот, в которой отношение верхней граничной частоты к нижней равно двум (рис. 23).

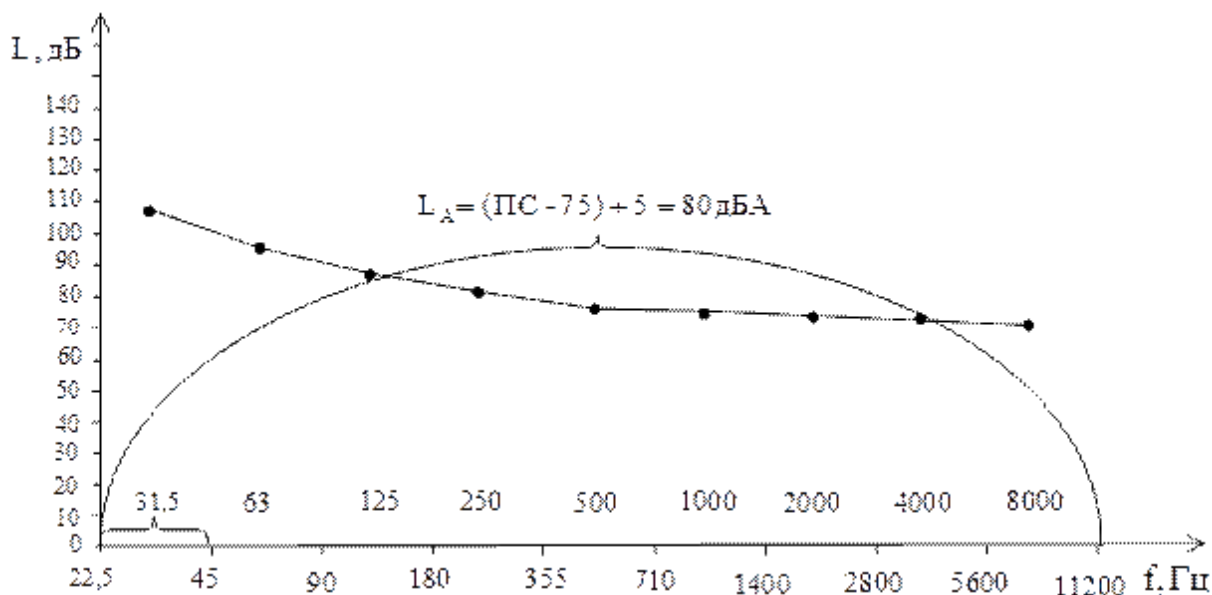


Рис. 23 Нормирование параметров постоянного шума

Для среднегеометрических частот, представляющих октавные полосы, устанавливаются допустимые значения уровней звукового давления. Поскольку низкочастотные шумы менее вредно действуют на человека, для них устанавливаются более высокие допустимые уровни звукового давления.

Норма звукового давления в помещениях для персонала, осуществляющего эксплуатацию ЭВМ равна 50 дБ по шкале А. Мероприятия по шумогашению, могут быть:

- наличие подвесного потолка, который служит звукопоглощающим устройством;
- использование звукопоглощающих материалов;
- применение на рабочих местах звукогасящих экранов;
- уменьшение площади стеклянных ограждений и оконных проемов.

6.2.5. Электромагнитные поля

Воздействие электромагнитных полей на человека зависит от напряжения электрического и магнитного полей, потока энергии, частоты колебаний, размера облучаемого тела.

Нарушение в организме человека при воздействии электромагнитных полей незначительных напряжений носят обратимых характер. При

воздействии полей, имеющих напряженность выше предельно допустимого уровня, развиваются нарушения со стороны нервной, сердечно – сосудистой систем, органов пищеварения и некоторых биологических показателей крови.

Нормируемыми параметрами в диапазоне частот 60 кГц – 300 МГц являются напряженности Е и Н электромагнитного поля. В диапазоне низких частот интенсивность излучения не должна превышать 50 В/м по электрической составляющей и 5 А/м по магнитной составляющей напряженности поля.

Напряженность магнитного поля на расстоянии 10 см от экрана варьируется в диапазоне 0,4 – 1,8 А/м. С расстоянием эти показатели уменьшаются. Следовательно, напряженность магнитного поля аудитории соответствует норме. Естественным средством, защищающим пользователя от воздействия вредных излучений, являются фильтры для экранов мониторов.

Средством защиты от отраженного света и бликов, будет многослойный защитный фильтр и если использовать его должным образом, то можно избавиться от стрессов и усталости, а так же от воздействия электромагнитного поля.

6.3.Токсичные вещества

Например, для инженеров, обслуживающих нефтяные месторождения нефть является токсичным фактором производства. Она при попадании на кожный покров человека оказывает раздражающее действие, губительно воздействует на растительный покров, а также на животный мир. Аналогичными свойствами обладает и попутная сточная вода. При попадании в организм человека и животных нефть и сточная вода вызывают различные заболевания внутренних органов. Газ, выделяющийся из нефти, попадая в организм человека, вызывает различные респираторные заболевания. Кроме того, нефть и газ пожароопасны, разливы и утечки, могут вызвать локальные пожары при небрежном обращении с огнем. Применяемые в различных технологических процессах химреагенты

усиливают токсичность окружающей среды. Источниками образования токсичных компонентов в технологиях добычи нефти могут быть различные утечки на местах приготовления компонентов химреагентов к закачке их в пласт или употребления в технологических операциях. Утечки нефти и газа могут происходить на устье скважин, в технологических аппаратах или трубопроводах. В таблице 13 представлены предельно допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе.

Таблица 13.

| Вещества | Молекулярная масса | Относительная плотность (по воздуху) | Предельная допустимая концентрация (ПДК), мг/куб. м | |
|---------------------|--------------------|--------------------------------------|---|----------------------|
| | | | рабочей зоны | населенных пунктов |
| Двуокись азота | 46 | 1,53 | 5,0 | 0,085 |
| Окись углерода | 28 | 0,97 | 20,0 | 5,0 |
| Сернистый ангидрид | 54 | 2,14 | 10,0 | 0,5 |
| Сероводород | 34 | 1,19 | 10,0 | 0,008 |
| Сажа | 12 | 1470,0 | 4,0 | 0,15 |
| Серный ангидрид | 80 | 1,92 | 1,0 | 0,5 |
| Газовый конденсат | 75 | 2,52 | 300,0 | 5,0 |
| Углеводороды | – | – | 300,0 | 5,0 |
| Меркаптаны | – | – | 0,8 | 9 x 10 ⁻⁶ |
| Пыль неорганическая | – | – | – | 0,15 |

Нефть сама по себе не является сильным токсичным веществом. Ее легкие и летучие фракции обладают наркотическим эффектом, в некоторой степени токсичны ароматические углеводороды и продукты их биологического окисления. Однако нефтяные компоненты значительно изменяют экологическую обстановку: пропитывая почву, обволакивая корни, листья, стебли растений и проникая сквозь мембраны клеток, они нарушают водно-воздушный баланс среды и организмов, обмен веществ, трофические связи.

6.4. Пожарная безопасность

Оценка возможных причин возгорания

Причиной возгорания в производственном цеху могут быть следующие факторы:

- возникновение короткого замыкания в электропроводке вследствие неисправности самой проводки или электросоединений и электрораспределительных щитов;
- возгорание устройств вычислительной аппаратуры вследствие нарушения изоляции или неисправности самой аппаратуры;
- возгорание устройств искусственного освещения.

Согласно Общесоюзным нормам технологического проектирования ОНТП 24-86, в зависимости от характеристики используемых в производстве веществ и их количества, по пожарной и взрывной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В, Г, Д.

В кабинете имеются электропровода напряжением 220В, предназначенные для питания вычислительной техники. При неправильной эксплуатации оборудования и коротком замыкании электрической сети может произойти возгорание, которое грозит уничтожением ЭВМ и другого имеющегося оборудования. Система вентиляции может стать источником распространения возгорания.

Данное помещение относится к категории Д.

Одной из причин возникновения пожаров является несоблюдение ТБ, а также возгорание проводки. Этому моменту необходимо уделять особое внимание, в закрытых помещениях применять вентиляцию, необходимо иметь молниеотводы, вести контроль за температурой нагрева поверхности оборудования, применять не искрящиеся инструменты и электрооборудования соответствующего классу пожароопасных и взрывоопасных зон.

6.5. Охрана окружающей среды

Научно-техническая революция, охватившая многие страны мира, принесла людям не только блага, она сопровождалась такими явлениями, как загрязнение биосферы.

Обеспечение безопасности производственных объектов одно из основных условий успешного функционирования и развития любой промышленности.

Производство электроники и электротехники не относится к потенциально опасным отраслям. Здесь одними из основных загрязнителей окружающей среды можно назвать промышленные отходы в виде печатных плат, емкостных элементов, вред от которых немал для почвы и для атмосферы, из-за испарений электролитов, а также данный вид отходов является неразлагаемым. Это грозит загрязнению огромных территорий. К мероприятиям по минимизации вредных отходов можно отнести утилизацию и переработку отходов с высоким содержанием ценных материалов.

В остальном для предотвращения иных чрезвычайной ситуации на производстве можно использовать следующие мероприятия:

- размещать наиболее ответственные или потенциально опасные звенья технологической линии в герметических отсеках производственного здания или сооружения;
- разделять отдельные части технологического оборудования прочными несгораемыми перегородками;
- предусматривать резервное электропитание для всех звеньев технологической линии;
- использовать сейсмически устойчивые здания и сооружения;

Оперативно блокировать работу технологической линии и вспомогательного оборудования при наступлении потенциально опасных чрезвычайных ситуаций.

Заключение

- В результате использования адаптивного алгоритма было достигнуто значение точности (95–99%) достижения точки максимальной мощности. Работа неадаптивного алгоритма возмущения и наблюдения также показала неплохие результаты точности достижения заданной точки. Метод возмущения и наблюдения удовлетворяет теоретическим и экспериментальным данным отечественных [6, 10] и зарубежных [1, 3, 7, 8, 9, 11] исследований.
- Для увеличения точности (до 99%) экстремального регулирования мощности, а также для уменьшения пульсаций мощности и напряжения наиболее приемлем алгоритм изменения шага регулируемого параметра (ток, напряжение, мощность СБ или скважность ключа) при определении максимума мощности.
- Метод возмущения и наблюдения является предпочтительным, поскольку менее требователен к ресурсам микроконтроллера из-за простоты реализации. Данный метод при реализации адаптивного алгоритма, обеспечивает высокую скорость достижения нужных параметров, высокий уровень точности, низкие пульсации.

Список публикаций студента

1. Михальченко С.Г., Русскин В.А., Семёнов С.М., Орлянский И.П., Halász Sándor. Подход к построению адаптивного алгоритма экстремального регулирования мощности в системе солнечной энергетики // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2018. Т. 329. № 3. 102–112

Список источников

1. Manimekalai P., Harikumar R., Raghavan S. A Hybrid Maximum Power Point Tracking with Interleaved Converter for Standalone Photovoltaic Power Generation System // International Energy Journal. – 2014. – Vol. 14. – issue 12. – pp. 143–154.
2. Об основных направлениях государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии. Распоряжение Правительства РФ от 8 января 2009 года №1-р. // На официальном сайте правительства РФ URL: <http://government.ru/docs/20503/>
3. Mohammed El Alami, Mohamed Habibi, Seddik Bri. Modeling the Chain of Conversion for a PV System // Smart Grid and Renewable Energy. – 2014. – Vol. 5. – issue 10. – pp. 239-248.
4. Характеристики фотоэлектрического модуля Kyocera KC200GT // Kyocera Corporation. URL: <https://www.solarelectricsupply.com/kyocera-kc200gt-solar-panel-565>
5. Характеристики фотоэлектрического модуля KSM-160. // ООО Квант. URL: www.rusnanonet.ru/download/nano/file/ksm160.pdf.
6. Осипов А.В., Шурыгин Ю.А., Шиняков Ю.А., Отто А.И., Черная М.М. Сопоставительный анализ энергетической эффективности преобразования энергии солнечной батареи преобразователями постоянного напряжения // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2013. – Т. 27. – № 1. – С. 14–19. Донцов О.А. Иванчура В. И. Краснобаев Ю. В. Пост С. С. Автономная система электропитания с экстремальным регулированием мощности первичных источников энергии // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2016. Т. 327. № 12. 35–44
7. Pradeep Kumar Yadav A., Thirumaliah S., Haritha G. Comparison of MPPT Algorithms for DC-DC converters based PV systems // Directory of open

access journals. 2013. URL: <https://doaj.org/article/10517792b1d843e9b69779fb5560a214>

8. Saleh Elkelani Babaa, Matthew Armstrong, Volker Pickert. Overview of Maximum Power Point Tracking Control Methods for PV Systems // Journal of Power and Energy Engineering. – 2014. – Vol. 2. – issue 8. – pp. 59-71.

9. Deepak Verma, S. Nema, A.M. Shandilya, Soubhagya K. Dash. Comprehensive analysis of maximum power point tracking techniques in solar photovoltaic systems under uniform insolation and partial shaded condition. // Journal of Renewable and Sustainable Energy. 2015. URL: <http://scitation.aip.org/content/aip/journal/jrse/7/4/10.1063/1.4926844>

10. Михальченко С.Г., Русскин В.А., Семёнов С.М., Орлянский И.П., Halász Sándor. Подход к построению адаптивного алгоритма экстремального регулирования мощности в системе солнечной энергетики // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2018. Т. 329. № 3. 102–112

11. Areen Abdallah Allataifeh, Khaled Bataineh, Mohamad Al-Khedher. Maximum Power Point Tracking Using Fuzzy Logic Controller inder Partial Conditions // Smart Grid and Renewable Energy. – 2015. – Vol. 6. – issue 1. – pp. 1-13.

12. Cuk converter example. // Fundamentals of Power Electronics. URL: http://eas.uccs.edu/~cwang/ECE5955_F2015/PowerElectronics_f2015/ch2/Sects2-4and2-5.pdf